

ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

ISSN 2542-0151

№ 2 Т. 10
2020

URBAN CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ



САМАРА

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ISSN 2542-0151

ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

URBAN CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
Т. 10, № 2

САМАРА
2020

УДК 71+72

Градостроительство и архитектура=Urban construction and architecture. 2020. Т. 10, № 2. 168 с.

Учредитель:

ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

Главный редактор – д.т.н., профессор А.К. СТРЕЛКОВ

Заместитель главного редактора по направлению «Строительство» – д.т.н., профессор В.И. КИЧИГИН

Заместитель главного редактора по направлению «Архитектура» – к.арх., профессор В.А. САМОГОРОВ

Ответственный секретарь – к.филол.н. М.С. ДОСКОВСКАЯ

Редакционная коллегия:

И.И. АРТЮХОВ, д.т.н., профессор (Саратов)
Е.А. АХМЕДОВА, д. арх., профессор
Ю.П. БОЧАРОВ, д. арх., профессор (Москва)
А.Л. ВАСИЛЬЕВ, д.т.н., доцент (Н. Новгород)
В.В. ВАХНИНА, д.т.н., профессор (Тольятти)
С.Я. ГАЛИЦКОВ, д.т.н., профессор
А.Л. ГЕЛЬФОНД, д. арх., профессор (Н. Новгород)
В.П. ГЕНЕРАЛОВ, к. арх., профессор
А.И. ДАНИЛУШКИН, д.т.н., профессор
В.В. ЕЛИСТРАТОВ, д.т.н., профессор (С.-Петербург)
В.Н. ЗЕНЦОВ, д.т.н., профессор (Уфа)
Т.В. КАРАКОВА, д. арх., профессор
А.А. КУДИНОВ, д.т.н., профессор
И.В. ЛИПАТОВ, д.т.н., доцент (Н. Новгород)
Г.В. МУРАШКИН, д.т.н., профессор (Тольятти)
В.Д. НАЗАРОВ, д.т.н., профессор (Уфа)

Н.Д. ПОТИЕНКО, к. арх., доцент
В.А. СЕЛЕЗНЕВ, д.т.н., профессор (Тольятти)
С.В. СТЕПАНОВ, д.т.н., доцент
А.И. ХЛЫСТОВ, д.т.н., профессор
К.Л. ЧЕРТЕС, д.т.н., профессор
Н.Г. ЧУМАЧЕНКО, д.т.н., профессор
В.А. ШАБАНОВ, к.т.н., профессор
Д.А. ШЛЯХИН, д.т.н., доцент
А. БОРОДИНЕЦ, D.Sc., профессор (Рига, Латвия)
З. ВОЙЧИЦКИ, D.Sc., профессор (Вроцлав, Польша)
Г. РАДОВИЧ, D.Sc. arch., профессор (Подгорица, Черногория)
М. КНЕЗЕВИЧ, D.Sc., профессор (Подгорица, Черногория)
Я. МАТУШКА, Ph.D, доцент (Пардубице, Чешская Республика)
А. МОЧКО, Ph.D, доцент (Вроцлав, Польша)
С. ОГНЕНОВИЧ, Ph.D, профессор (Скопье, Македония)
М. ПРЕМРОВ, D.Sc., профессор (Марибор, Словения)
Д. САФАРИК, главный редактор STBUN Journal (Чикаго, США)

Editor in Chief – D. Eng., Prof. A.K. STRELKOV

Deputy Editor (Construction) – D. Eng., Prof. V.I. KICHIGIN

Deputy Editor (Architecture) – PhD in Architecture, Prof. V.A. SAMOGOROV

Executive Secretary – PhD in Philology M.S. DOSKOVSKAYA

Editorial Board

И.И. АРТЮХОВ, D. Eng., Prof. (Saratov)
Е.А. АХМЕДОВА, D. Arch., Prof.
Ю.П. БОЧАРОВ, D. Arch., Prof. (Moscow)
А.Л. ВАСИЛЬЕВ, D. Eng., Ass. Prof. (N. Novgorod)
В.В. ВАХНИНА, D. Eng., Prof. (Tolyatti)
С.Я. ГАЛИЦКОВ, D. Eng., Prof.
А.Л. ГЕЛЬФОНД, D. Arch., Prof. (N. Novgorod)
В.П. ГЕНЕРАЛОВ, PhD in Architecture, Prof.
А.И. ДАНИЛУШКИН, D. Eng., Prof.
В.Н. ЕЛИСТРАТОВ, D. Eng., Prof. (Sa. Petersburg)
В.Н. ЗЕНЦОВ, D. Eng., Prof. (Ufa)
Т.В. КАРАКОВА, D. Arch., Prof.
А.А. КУДИНОВ, D. Eng., Prof.
И.В. ЛИПАТОВ, D. Eng., Ass. Prof. (N. Novgorod)
Г.В. МУРАШКИН, D. Eng., Prof. (Tolyatti)
В.Д. НАЗАРОВ, D. Eng., Prof. (Ufa)

N.D. POTIENKO, PhD in Architecture, Ass.Prof.
V.A. SELEZNEV, D. Eng., Prof. (Tolyatti)
S.V. STEPANOV, D. Eng., Ass. Prof.
A.I. KHLYSTOV, D. Eng., Prof.
K.L. CHERTES, D. Eng., Prof.
N.G. CHUMACHENKO, D. Eng., Prof.
V.A. SHABANOV, PhD in Engineering, Prof.
D.A. SHLYKHIN, D. Eng., Ass. Prof.
A. BORODINECS, D.Sc., Prof. (Riga, Latvia)
Z. WOJCICKI, D.Sc., Prof. (Wroclaw, Poland)
G. RADOVIC, D.Sc. arch., Prof. (Podgorica, Montenegro)
M. KNEZEVIC, D.Sc., Prof. (Podgorica, Montenegro)
J. MATUSKA, Ph.D., Ass. Prof. (Pardubice, Czech Republic)
A. MOCZKO, Ph.D., Ass. Prof. (Wroclaw, Poland)
S. OGNJENOVIC, Ph.D., Prof. (Skopje, Macedonia)
M. PREMROV, D.Sc., prof., (Maribor, Slovenia)
D. SAFARIK (Chicago, the USA)

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-68052 от 13 декабря 2016 года

Журнал включен с 01.12.2015 г. в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий,
в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций

на соискание ученой степени доктора и кандидата наук

Журнал индексируется в системе РИНЦ и в международной базе ERIH (European Reference Index for the Humanities)

Каждой статье присваивается идентификатор цифрового объекта DOI

Индекс журнала в Объединенном каталоге «Пресса России»: 70570

Научное издание

Редактор Г.Ф. Коноплина

Корректор М.В. Веселова

На обложке фото Е. Нектаркина

Подписано в печать 29.07.2020. Выпуск в свет 29.07.2020.

Формат 60х90 1/8. Бумага офсетная.

Печать офсетная. Печ. л. 21. Тираж 300 экз. Заказ № 1893

Адрес редакции: Россия, г. Самара, 443001, ул. Молодогвардейская, 194, каб. 307

Телефон: (846) 242-36-98

Интернет-сайт: <http://journal.samgasu.ru>

Отпечатано в типографии ООО «Слово»:

443070, г. Самара, ул. Песчаная, 1; тел. (846) 267-36-82

ISSN 2542-0151

© СамГТУ, 2020

Содержание

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

- 4 **Родионов И.К., Родионов И.И.** О результатах исследования сжатых деформированных составных стержней таврового сечения, усиливаемых с применением сварки

ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ

- 10 **Вытчиков Ю.С., Сапарёв М.Е.** Применение метода безразмерных характеристик к расчету влажностного режима многослойных строительных ограждающих конструкций
- 16 **Пуринг С.М., Ватузов Д.Н.** Модернизация аппаратов очистки воздуха от твердых высокодисперсных аэрозолей

ВОДОСНАБЖЕНИЕ, КАНАЛИЗАЦИЯ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

- 22 **Панфилова О.Н.** Доочистка городских сточных вод от ионов тяжелых металлов с использованием новых сорбционных материалов
- 29 **Сайриддинов С.Ш.** Об особенностях расчета водопотребления при проектировании систем водоснабжения высотных зданий
- 36 **Теплых С.Ю., Бочков Д.С., Веселова М.В.** Математическое моделирование систем водоснабжения и водоотведения
- 43 **Шувалов М.В.** Системный анализ эволюции нормативных требований к составу и свойствам сточных вод при сбросе в поверхностные водные объекты

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

- 57 **Жигулина А.Ю., Чикноворьян А.Г., Мизюряев С.А.** Применение легкобетонных ограждающих конструкций для повышения комфортности жилья

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА И ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА

- 62 **Шукуров И.С., Ле М.Т., Шукурова Л.И., Дмитриева А.Д.** Влияние эффекта «городского острова тепла» на развитие устойчивого развития городов

ТЕОРИЯ И ИСТОРИЯ АРХИТЕКТУРЫ, РЕСТАВРАЦИЯ И РЕКОНСТРУКЦИЯ ИСТОРИКО-АРХИТЕКТУРНОГО НАСЛЕДИЯ

- 71 **Головина С.Г.** Архитектурно-конструктивные особенности жилых зданий Санкт-Петербурга второй половины XVIII века

- 78 **Исаков А.С.** Архитектура фабрики-кухни рабочего поселка «Соцгородок» в г. Перми в аспекте эволюции утопического мышления

- 87 **Смолина О.О.** Арборархитектура: современные тенденции развития

- 93 **Сысоева Е.А., Дахнюк К.Н.** Принципы формирования общественных пространств для исторической части городов

АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. ТВОРЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ АРХИТЕКТУРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

- 100 **Генералова Е.М., Генералов В.П.** Формирование типологии стилобатов высотных зданий в соответствии с принципами транзитно-ориентированного проектирования
- 109 **Медведева Н.Ю.** Особенности формирования атриумных пространств в аспекте визуально-пространственных связей с окружением

ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО. ПЛАНИРОВКА СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

- 116 **Гудь И.Д.** Развитие ресурсного потенциала градо-строительных резервов в мегаполисах
- 124 **Малышева С.Г., Гречушникова Ю.С.** Стратегия развития туристической инфраструктуры одного из главных туристических центров Северного Кавказа ВТРК «Архыз»
- 131 **Рязанова Г.Н., Лукьянова А.О.** Оценка проблем развития процесса реновации жилья в крупных городах России
- 139 **Соколова Н.В., Литвинова Я.В.** К вопросу о стратегии пространственного развития города Пензы
- 147 **Филиппов В.Д.** Происхождение строчной застройки

ЭНЕРГЕТИКА

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ И ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

- 160 **Данилушкин А.И., Данилушкин В.А., Кривошеев В.Е., Максимова М.А.** Электротехнический модульный комплекс для нагрева вязких жидкостей в объектах трубопроводного транспорта
- 168 **ПРАВИЛА ПОДГОТОВКИ
И ПРЕДСТАВЛЕНИЯ РУКОПИСЕЙ**

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ



УДК 69.024.8:621.791

DOI: 10.17673/Vestnik.2020.02.1

**И. К. РОДИОНОВ
И. И. РОДИОНОВ**

О РЕЗУЛЬТАТАХ ИССЛЕДОВАНИЯ СЖАТЫХ ДЕФОРМИРОВАННЫХ СОСТАВНЫХ СТЕРЖНЕЙ ТАВРОВОГО СЕЧЕНИЯ, УСИЛИВАЕМЫХ С ПРИМЕНЕНИЕМ СВАРКИ

RESULTS OF RESEARCH OF COMPRESSED DEFORMED COMPOSITE RODS OF T-SECTION REINFORCED WITH WELDING

Представлена экспериментально полученная информация об особенностях работы сжатых деформированных стержней, усиливаемых двумя способами путём увеличения сечения с применением сварки. При испытании использовался пресс П-200, на плиты которого были прикреплены отцентрированные шаровые опоры. Испытанию подвергались девять стержней таврового сечения длиной 100 см из парных уголков L40x4. Три стержня были прямыми: испытывались без усиления. Шесть стержней имели общий выгиб в плоскости прокладок и подвергались усилению: три стержня – парными короткими уголками L40x4 (длина 60 см); три стержня – парными длинными уголками L40x4 (длина 100 см). Нагружение производилось ступенями по 200 кг до потери несущей способности. В результате эксперимента был сделан вывод о значительной эффективности способа усиления длинными уголками.

Ключевые слова: эксперимент, стальные стержни, усиление, увеличение сечения

The article presents experimentally obtained information about the features of the work of compressed deformed rods, reinforced in two ways by increasing the cross section using welding. In the test, a P-200 press was used, on the plates of which centered ball bearings were attached. Nine rods of T-section 100 cm long from paired corners L40x4 were tested. Three rods were straight: tested without amplification. Six rods had a common curvature in the plane of the gaskets and were reinforced: three rods with pair of short corners L40x4 (length 60 cm); three rods - paired long corners L40x4 (length 100 cm). Loading was carried out in steps of 200 kg until the loss of non-existent ability. As a result, information was obtained on the significant effectiveness of the amplification method with long gain angles.

Keywords: experiment, steel rods, strengthening, increasing the cross-section

Россия имеет огромный парк производственных зданий. Модернизация промышленности требует реконструкции этого парка, который к настоящему времени претерпел определённый моральный и физический износ. Необходимо привести производственную базу страны в состояние, соответствующее современным техническим требованиям.

Каркасы промышленных зданий – это в основном стальные конструкции. Результаты исследований показывают, что отдельные части зданий, в том числе и стропильные фермы, имеют дефекты, повреждения. Довольно распространённым случаем повреждений являются общие выгибы сжатых стержней, в том числе и в плоскости фермы. Расчёты [1, с. 453–466;

2, с. 8–15], как правило, подтверждают необходимость их усиления.

Вопросам усиления сжатых стержней уделяется значительное внимание. Исследования проводились Б.И. Десятовым [3], И.С. Ребровым [4], Е.М. Мункуевой [5], М.Б. Зайцевым [6]. Результаты исследований нашли отражение в учебной [7], научной [8–10], справочной [11], литературе, где предлагаются возможные схемы усиления. В частности в отношении сжатых стержней, имеющих выгиб в плоскости фермы, предлагается два варианта: усиление прямыми короткими (рис. 1) [8] и длинными (рис. 2) [11] парными уголками (длинной, равной длине усиливаемого элемента).

Обоснование преимущества того или другого способа в источниках не приводится.

В этой связи в Тольяттинском государственном университете (ТГУ) были проведены исследования, целью которых являлось получение информации о степени эффективности различных схем усиления сжатых стержней, деформированных в плоскости фермы в направлении на обухи уголков стержней.

Для реализации цели были поставлены следующие задачи:

1. Испытание стержней без усиления (эталонных).

2. Испытание стержней с усилением прямыми короткими стержнями.

3. Испытание стержней с усилением прямыми длинными стержнями.

4. Анализ полученной информации.

5. Обоснование методик расчёта.

Для реализации поставленных задач было подготовлено 9 стержней. Стержни были выполнены длиной 1000 мм из уголков L40x4, составленных втавр (рис. 3). Уголки соединены прокладками в двух сечениях, в опорах располагались пластины толщиной 20 мм с углублением под металлический шарик для возможности шарнирного опирания стержней.

Согласно сертификату металла, полученного на заводе-изготовителе, предел текучести стали уголков составлял 31,5 кН/см².

Все стержни поделены на три серии – серия 1 (3 стержня), серии 2к и 2д (6 стержней). Стержни серии 1 – прямые (эталонные); стержни серии 2к и 2д имели общий выгиб в плоскости соединительных прокладок в направлении на обухи уголков со стрелкой выгиба 25 мм.

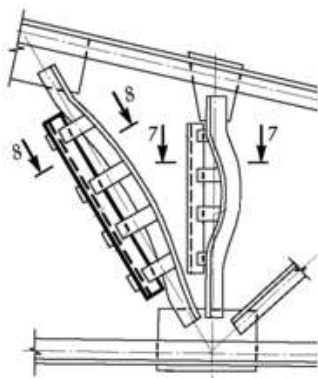


Рис. 1. Усиление прямыми короткими уголками

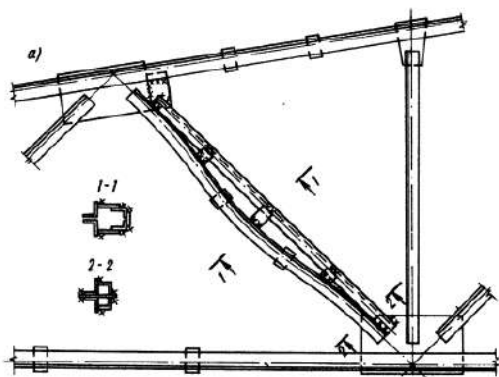


Рис. 2. Усиление прямыми длинными уголками

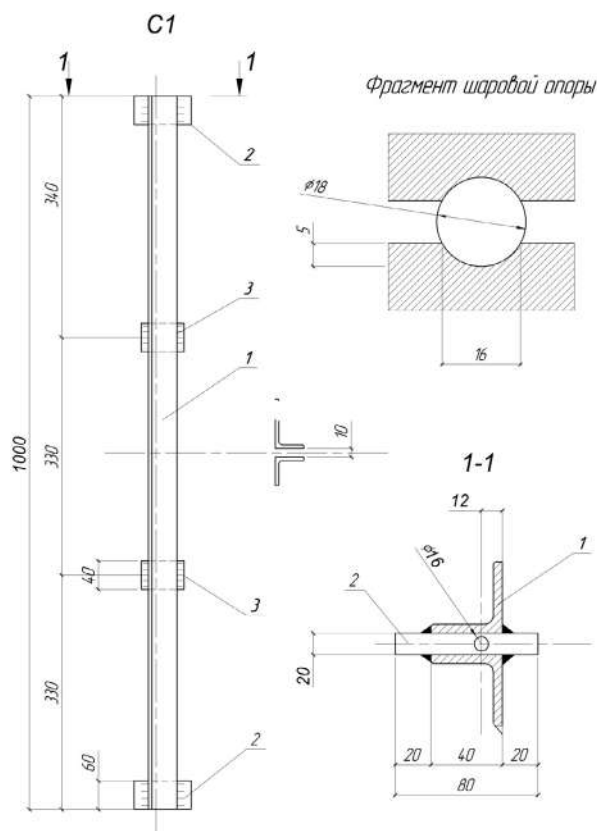


Рис. 3. Чертёж стержня



Рис. 4. Верхняя шаровая опора



Рис. 5. Нижняя шаровая опора



Рис. 6. Испытание эталонного стержня

Стержни серии 2к усиливались короткими уголками 2 L40x4 длиной 600 мм; стержни серии 2д усиливались длинными уголками длиной 1000 мм.

Такие длины были выбраны для того, чтобы произвести усиление двумя различными способами: 1) по всей длине стержня; 2) по длине выгиба деформированного стержня.

Испытания проводились на гидравлическом прессе П-200. Опоры были шарнирные (рис. 4, 5), предварительно отцентрированные.

Испытания стержней серии 1 (рис. 6) проводились в следующем порядке:

1. Установка стержня между опорами.
2. Нагружение ступенями по 200 кг до потери устойчивости.
3. Фиксирование критической нагрузки.

Экспериментальные исследования, проведённые ранее (испытания стержней крестового сечения), дали результаты, свидетельствующие об отсутствии влияния начальных напряжений (от нагрузки усиления) на несущую способность усиленных стержней. Это позволило проводить испытания стержней серий 2к и 2д следующим образом:

1. Деформированный стержень с прикреплёнными на сварке элементами усиления (минимальные швы в четырех сечениях: двух промежуточных и двух по концам усиливающих стержней) устанавливался между опорами.
2. Производилось нагружение ступенями по 200 кг до потери устойчивости.
6. Определялась критическая нагрузка.

Петем проведённых исследований были получены сведения, свидетельствующие о достоверности результатов эксперимента: критические силы стержней по сериям имели довольно небольшой разброс (см. таблицу).

Результаты эксперимента

Серия	Элементы усиления	Несущая способность, кН
C1	Нет	105, 93, 110
C2к	2 L 40x4 – короткие	65, 63, 70
C2д	2 L 40x4 – длинные	143, 175, 140

В случае применения длинных стержней усиления достигается увеличение несущей способности порядка 35 % по сравнению с эталонными. Несущая способность образцов, усиленных короткими стержнями, на 35 % меньше несущей способности эталонных образцов.

Характер потери несущей способности образцов, усиленных короткими и длинными стержнями, позволил найти причину низкой эффективности усиления короткими элементами. Стержни, усиленные длинными элементами,

работали слитно: потеря несущей способности происходила в результате потери общей устойчивости в основном по изгибной форме. Стержни, усиленные короткими элементами, теряли несущую способность в результате потери устойчивости неусиленных приопорных частей (рис. 7).

В целом, проведённые исследования дали возможность понять работу сжатых, усиливаемых разными элементами стержней и предложить методики расчёта, позволяющие определять с достаточной надёжностью их несущую способность.

Несущие способности усиленных стержней всех трёх групп были определены с использованием СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции». Стержни без усиления рассчитывались как центрально сжатые; стержни, усиленные длинными и короткими стержнями, – как внецентренно сжатые с учётом действующих эксцентриситетов. Результаты оказались довольно близкими к экспериментальным значениям:

- прямые стержни без усиления – 117 кН;
- деформированные стержни, усиленные парными короткими уголками, – 62,1 кН;
- деформированные стержни, усиленные парными длинными уголками, – 160,7 кН.



Рис. 7. Местные деформации в приопорной зоне

По результатам проведённых исследований можно сделать следующие **выводы**:

1. Критические силы образцов имеют небольшой разброс.
2. Критические силы образцов близки к теоретически полученным величинам, что подтверждает их достоверность.
3. Усиление стержней, имеющих начальный выгиб в плоскости фермы на обухок уголков, неэффективно производить короткими стержнями.
4. Усиление таких стержней следует производить: прямыми уголками усиления длиной, равной длине усиливаемых элементов, или уголками длиной, равной длине усиливаемых элементов, имеющими обратный выгиб [12].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Металлические конструкции / Ю.И.Кудишин, Е.И.Беленя, В.С.Игнатъева и др.; под ред. Ю.И.Кудишина. 13 изд., испр. М.: Издательский центр «Академия», 2011. 688 с.
2. Михайлов В.В., Макарьев Ю.А. Усиление стальных строительных конструкций: Владимир: Изд-во Владимир. гос. ун-та, 2006. 96 с.
3. Десятков Б.И. Исследование работы усиливаемых под нагрузкой элементов сварных стальных ферм: автореф. дис. ... канд. техн. наук. М.: МИСИ, 1968. 22 с.
4. Ребров И.С. Усиление стержневых металлических конструкций. (Методы расчета, анализ работы конструкций, проектирование усиления): автореф. дис. ... докт. техн. наук / ЛИСИ. М., 1988. 40 с.
5. Мункуева Е.М. Прочность и устойчивость элементов стальных конструкций крестового сечения, имеющих общие и местные дефекты и повреждения: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.23.01. СПб., 1999. 22 с.
6. Зайцев М.Б. Устойчивость металлических стропильных ферм и рациональное усиление их: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.23.01. Пенза, 2000. 24 с.
7. Демидов Н.Н. Усиление стальных конструкций [Электронный ресурс]. М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2016. 85 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/49869>. – ЭБС «IPRbooks». С. 12–17, 28, 30.
8. Валь В.Н., Горохов Е.В., Уваров Б.Ю. Усиление стальных конструкций одноэтажных производственных зданий при реконструкции. М.: Стройиздат, 1987. С. 159–162.
9. Металлические конструкции: в 3 т. Т. 3. Стальные сооружения, конструкции из алюминиевых сплавов. Реконструкция, обследование, усиление и испытание конструкций зданий и сооружений: (справочник проектировщика) / под общ. ред. В.В. Кузнецова (ЦНИИ проекстальконструкция им. Н.П. Мельникова). М.: изд-во АСВ, 1999. С. 370–373.
10. Серазутдинов М.Н., Абрагим Х.А. Несущая способность стержневых элементов конструкций,

усиливаемых в напряжённом состоянии // Вестник Казанского технологического университета. 2010. № 9. С. 512–518.

11. Усиление металлических строительных конструкций резервированием несущей способности / А.А. Сморчков, Е.С. Умеренкова, М.И. Матвеев, А.В. Азаров, А.К. Никифоров // Строительство-2016: материалы II Брянского международного инновационного форума / ред. колл.: Н.П. Лукутцова, М.Ю. Прокуров, М.А. Сенющенко. 2016. С. 321–324.

12. Батырева И.А. Напряжённое состояние сжатых стержней с общими деформациями, усиливаемых с применением сварки / Тольяттинский государственный университет. Тольятти, 2017. Режим доступа: <https://dspace.tltsu.ru/handle/123456789/3923>.

REFERENCES

1. Kudishin Yu.I., Belenya E.I., Ignatyeva V. S. and al. *Metallicheskiye konstruktsii* [Metal structures]. Moscow, Publishing Center "Academy", 2011, pp. 453-466.

2. Mikhailov V.V. and al. *Usileniye stal'nykh stroitel'nykh konstruktsiy* [Strengthening of steel building structures]. Vladimir, Vladimir State University, 2006, pp. 8-15.

3. Desyatov B.I. *Issledovaniye raboty usilyayemykh pod nagruzkoj elementov svar-nykh stal'nykh ferm*. Kand, Diss. [Investigation of the work of welded steel trusses strengthened under load. PhD Diss.]. Moscow, MISI, 1968.

4. Rebrov I.S. *Usileniye sterzhnevyykh metallicheskich konstruktsiy (Metody rascheta, analiz raboty konstruktsiy, proyektirovaniye usileniya)*. Kand, Diss. [Reinforcing rod metal structures (Calculation methods, analysis of the operation of structures, design gain). PhD Diss.]. Leningrad, LISI, 1988.

5. Munkueva E.M. *Prochnost' i ustoychivost' elementov stal'nykh konstruktsiy krestovogo secheniya, imeyushchikh obshchiye i mestnyye defekty i povrezhdeniya*. Kand, Diss. [Strength and stability of cross-section steel structural elements having common and local defects and damages. PhD Diss.]. St. Petersburg, 1999. 22 p.

6. Zaitsev M.B. *Ustoychivost' metallicheskich stropil'nykh ferm i ratsional'noye usileniye ikh*. Kand, Diss. [Stability of metal truss trusses and their rational strengthening. PhD Diss.]. Penza, 2000. 24 p.

7. Demidov N.N. *Usileniye stal'nykh konstruktsiy* [Strengthening of steel structures]. Moscow, Moscow State University of Civil Engineering, IP Air Media, DIA EDS, 2016, pp. 12-17, 28, 30.

8. Val V.N., Gorokhov E.V., Uvarov B.Yu. *Usileniye stal'nykh konstruktsiy odnoetazhnykh proizvodstvennykh zdaniy pri rekonstruktsii* [Reinforcement of steel structures of one-story industrial buildings during reconstruction]. Moscow, Stroyizdat, 1987, pp. 159-162.

9. Metallicheskiye konstruktsii. V 3t. T.3. *Stal'nyye sooruzheniya, konstruktsii iz alyuminiyevykh splavov. Rekonstruktsiya, obsledovaniye, usileniye i ispytaniye konstruktsiy zdaniy i sooruzheniy. (Spravochnik proyektirovshchika)* [Metal structures. In 3 volumes. Vol.3. Steel structures, aluminum alloy structures. Reconstruction, inspection,

strengthening and testing of structures of buildings and structures (Designer reference guide). Moscow, Publishing House of the DIA, 1999, pp. 370–373.

10. Serazutdinov M.N., Abraham H.A. The bearing capacity of the core elements of structures reinforced in a stressed state. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of Kazan Technological University], 2010, no. 9, pp. 512-518. (in Russian)

11. Smorchkov A.A., Umerenkova E.S., Matveev M.I., Azarov A.V., Nikiforov A.K. Reinforcement of metal building structures with redundancy of bearing capacity. *STROITEL'STVO-2016 Materialy II Bryanskogo mezhdunarodnogo innovacionnogo foruma* [CONSTRUCTION-2016. Materials of the II Bryansk International Innovation Forum], 2016, pp. 321-324. (in Russian)

12. Batyreva I.A. *Napryazhennoye sostoyaniye szhatykh sterzhney s obshchimi deformatsiyami, usilyayemykh s primeneniye svarki: master's thesis* [The stress state of compressed rods with general deformations reinforced by welding: master's thesis]. Togliatti, Togliatti State University, 2017. Available at: <https://dspace.tltsu.ru/handle/123456789/3923>.

Об авторах:

РОДИОНОВ Игорь Константинович
кандидат технических наук, доцент Центра архитектурных, конструктивных решений и организации строительства
Тольяттинский государственный университет
Архитектурно-строительный институт
445020, Россия, г. Тольятти, ул. Ушакова, 59
E-mail: riklt@mail.ru

RODIONOV Igor K.
PhD in Engineering Science, Associate Professor of the Center for Architectural, Design Solutions and Construction Organization
Togliatti State University
Institute of Architecture and Civil Engineering
445020, Russia, Togliatti, st. Ushakov, 59
Tel.: (917) 129-71-55
E-mail: riklt@mail.ru

РОДИОНОВ Игорь Игоревич
специалист ПАО «РОСБАНК»
443080, Россия, г. Самара, Московское шоссе, 23
E-mail: Inmylave@mail.ru

RODIONOV Igor I.
Specialist ROSBANK PJSC
443080, Russia, Samara, Moscow highway, 23
Tel.: (963) 919-13-55
E-mail: Inmylave@mail.ru

Для цитирования: Родионов И.К., Родионов И.И. О результатах исследования сжатых деформированных составных стержней таврового сечения, усиливаемых с применением сварки // Градостроительство и архитектура. 2020. Т. 10, № 2. С. 4–9. DOI: 10.17673/Vestnik.2020.02.1.

For citation: Rodionov I.K., Rodionov I.I. Results of Research of Compressed Deformed Composite Rods of T-section Reinforced with Welding. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2020, Vol. 10, no. 2, Pp. 4–9. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2020.02.1.

Уважаемые читатели!

Центр инженерно-технических разработок СамГТУ (ЦИТР СамГТУ)
приглашает к сотрудничеству.

Основные направления деятельности Центра:

- выполнение полного цикла создания проектно-сметной документации для строительства объектов гражданского и промышленного назначения
- выполнение работ по обследованию технического состояния объектов строительства
- осуществление авторского, технического надзора, строительного контроля
- выполнение работ по строительству и реконструкции объектов, научно-методическое руководство проектными и строительными работами
- разработка и апробация новых технологий и методов в архитектуре и проектировании и строительстве зданий и сооружений
- координация разработки и продвижения новых образовательных программ в области архитектуры, проектирования и строительства
- предоставление консалтинговых услуг в сфере проектной и инженерно-технической деятельности

Руководитель Романчиков Вячеслав Викторович

Контакты:
443110, Россия, г. Самара, ул. Ново-Садовая, 18, оф. 3, АСА СамГТУ
тел. +7(937)070-19-02
E-mail: romanchikoff@mail.ru



**Ю. С. ВЫТЧИКОВ
М. Е. САПАРЁВ**

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА БЕЗРАЗМЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
К РАСЧЕТУ ВЛАЖНОСТНОГО РЕЖИМА МНОГОСЛОЙНЫХ
СТРОИТЕЛЬНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ**

**APPLICATION OF THE METHOD OF DIMENSIONAL CHARACTERISTICS TO
THE CALCULATION OF THE HUMIDITY MODE OF MULTI-LAYERED ENCLOSING
BUILDING STRUCTURES**

Реализация программы энергосбережения в строительстве, принятая в Российской Федерации, привела к существенному изменению конструктивных решений строительных ограждающих конструкций. Для достижения нормативных значений сопротивления теплопередаче в настоящее время широко используются для утепления наружных стен различные фасадные системы с применением в качестве утеплителей полимерных материалов, обладающих низкими значениями коэффициента теплопроводности при относительно высоком значении коэффициента паропроницаемости. Поэтому при выборе фактурного слоя фасадных систем необходимо учитывать значение его сопротивления диффузии водяного пара во избежание накопления влаги в наружных стенах. Проблема, связанная с возможным накоплением влаги, особенно актуальна при проектировании как трехслойных наружных стен, так и стен с внутренним утеплением. Для устранения образования плесневых грибов на внутренних поверхностях ограждающих конструкций, приводящих к опасным кожным заболеваниям и органов дыхательных путей, а также разрушению строительных конструкций, необходимо с высокой точностью выполнить расчет влажностного режима ограждающих конструкций с целью защиты их от переувлажнения. В статье представлена методика определения положения плоскости возможной конденсации в многослойных ограждающих конструкциях, базирующаяся на использовании метода безразмерных характеристик.

The implementation of the energy saving program in construction, adopted in the Russian Federation, has led to a significant change in the design decisions of building envelopes. To achieve the normative values of heat transfer resistance, various facade systems are currently widely used for insulation of external walls using polymeric materials as heaters, which have low values of the coefficient of thermal conductivity with a relatively high value of the coefficient of vapor permeability. Therefore, when choosing a textured layer of facade systems, it is necessary to take into account the value of its resistance to diffusion of water vapor in order to avoid the accumulation of moisture in the outer walls. The problem associated with the possible accumulation of moisture is especially relevant when designing both three-layer exterior walls and walls with internal insulation. To eliminate the formation of molds on the inner surfaces of the enclosing structures, leading to dangerous diseases of skin and respiratory tract organs, as well as the destruction of building structures, it is necessary to accurately calculate the humidity mode of the enclosing structures in order to protect them from overmoistening. The article presents a methodology for determining the position of the plane of possible condensation in multilayer enclosing structures, based on the use of the dimensionless characteristics method.

Ключевые слова: плоскость конденсации, влажностный режим, диффузия, сопротивление теплопередаче, бесесчаный керамзитобетон, метод безразмерных характеристик

Keywords: condensation plane, humidity mode, diffusion, heat transfer resistance, sandless expanded clay concrete, dimensionless characteristics method

Главной причиной многочисленных повреждений ограждающих конструкций зданий является в основном чрезмерное накопление в них диффузионной влаги в зимний период [1, 2]. Наличие биоповреждений на внутренних поверхностях наружных стен, покрытий и перекрытий может быть связано с допущенными ошибками при проектировании или некачественным выполнением строительных и теплоизоляционных работ. Чтобы исключить проектный брак, необходимо выполнить с высокой точностью расчет влажностного режима строительных ограждающих конструкций.

При выполнении расчета необходимо правильно определить положение плоскости возможной конденсации, т. е. наиболее опасное сечение в ограждающей конструкции с точки зрения возможного в ней накопления влаги. В работах [3–5] приводятся методики определения плоскости возможной конденсации графоаналитическими методами, весьма неточные и неприспособленные для компьютерного моделирования. В 1997 г. на кафедре гидравлики и теплотехники Самарского государственного архитектурно-строительного университета был разработан метод безразмерных характеристик, позволяющий существенно упростить задачу по определению плоскости возможной конденсации в многослойных ограждающих конструкциях. В работах [7, 8] изложено подробное описание данного метода. Позднее этот метод был включен в ТСН 23-346-2003 Самарской области «Энергетическая эффективность жилых и общественных зданий».

При разработке метода безразмерных характеристик использовалась исходная информация по строительной климатологии в соответствии с действующими нормативными документами. В качестве исходных данных для расчета влажностного режима ограждающих конструкций принимались значения средней температуры наружного воздуха t_n и относительной влажности φ_n для наиболее холодного месяца.

В настоящее время согласно СП 50.13330.2012 при выполнении расчёта влажностного режима используются средние параметры наружного воздуха периода месяцев с отрицательными температурами – средняя температура $t_{n,отр}$ и среднее парциальное давление водяного пара $e_{n,отр}$.

На точность расчета влажностного режима существенно влияет выбор аналитической

зависимости для парциального давления насыщенного водяного пара.

В табл. 1 приведены табличные значения парциального давления водяного пара, полученные экспериментальным путем, а также приближенные аналитические зависимости, приведённые в справочной и нормативной литературе.

Из приведенных данных следует, что наибольшей точностью обладают зависимости, представленные в справочнике [9] для положительных и отрицательных температур.

Используемая в работах [6, 7] зависимость, взятая из справочника [6], обладает высокой точностью в области положительных температур. В области отрицательных температур относительная погрешность колеблется от 9,9 до 31,8 % при изменении температуры наружного воздуха от -10 до -30 °C.

Для поиска плоскости возможной конденсации необходимо иметь непрерывную аналитическую зависимость, описывающую с достаточной точностью парциальное давление насыщенного водяного пара в диапазоне от -30 до $+25$ °C. Авторами настоящей статьи получена приближенная аналитическая зависимость, представленная в табл. 1, погрешность которой в области отрицательных температур не превышает 8,7 %.

При средней температуре наружного воздуха за период месяцев с отрицательными температурами для г. Самары, равной $t_{n,отр} = -7,18$ °C, предельная погрешность не превышает 5 %.

Полученная зависимость была использована при актуализации метода безразмерных характеристик. Сущность метода безразмерных характеристик заключается в установлении аналитической зависимости между безразмерным сопротивлением диффузии водяного пара и сопротивлением теплопередаче в многослойной ограждающей конструкции.

Условие отсутствия выпадения конденсата в ограждающей конструкции в безразмерных координатах согласно [4] запишем в виде

$$Y_i > Y_{n_i}, Y_i > 0, i = 1 \dots n, \quad (1)$$

где $Y_i = \frac{\sum_{j=1}^n R_{n_j}}{R_{n_0}}$ – безразмерное сопротивление диффузии водяного пара; n – число слоев в ограждающей конструкции; $R_{n_i} = \frac{\delta_i}{\mu_i}$ – сопротивление паропрооницанию слоя огражда-

Таблица 1

Значения парциального давления насыщенного водяного пара E , Па,
для температуры от -30 до $+30$ °C

Источник информации	Температура t , °C (в знаменателе приведена погрешность)						
	-30	-20	-10	0	+10	+20	+25
Экспериментальные значения (по методическому пособию «Расчет тепловой защиты зданий»)	38	103	260	611	1228	2338	3168
$E = 10^{2,125 + \frac{156 + 8,12t}{236 + t}}$ согласно [8]	<u>50,1</u> 31,8	<u>124,5</u> 26,9	<u>285,8</u> 9,9	<u>610,9</u> 0	<u>1227,4</u> 0	<u>2339</u> 0	<u>3162</u> 0,18
$E = 1,84 \cdot 10^{11} \exp\left(-\frac{5370}{273 + t}\right)$ (СП 50.13330.2012)	<u>55,3</u> 45,5	<u>130,8</u> 27,0	<u>291,3</u> 12,0	<u>611,7</u> 0	<u>1221</u> -0,6	<u>2319,4</u> -0,8	<u>3146</u> 0,7
$E = 4,688 \left(1,486 + \frac{t}{100}\right)^{12,3}$ при $t \leq 0$ °C $E = 288,58 \left(1,098 + \frac{t}{100}\right)^{8,02}$ при $t \geq 0$ °C согласно [9]	<u>38,2</u> 0	<u>103</u> 0	<u>260</u> 0	<u>611</u> 0	<u>1228</u> 0	<u>2340</u> 0	<u>3169</u> 0
$E = 611 \left(1 + \frac{t}{100}\right)^{7,6}$ (данные авторов статьи)	<u>40,6</u> 6,8	<u>112</u> 8,7	<u>274,3</u> 5,5	<u>611</u> 0	<u>1260,7</u> 2,66	<u>2442</u> 4,4	<u>3331</u> 5,1

щей конструкции, $(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па})/\text{мг}$; δ_i – толщина слоя, м; μ_i – коэффициент паропроницаемости материала слоя, $\text{мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па})$; $R_{n_0} = \sum_{i=1}^n R_{n_i}$ – сопротивление паропроницанию ограждающей конструкции, $(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па})/\text{мг}$; Y_{n_i} – значение безразмерного сопротивления паропроницанию для состояния полного насыщения влажного воздуха водяным паром

$$Y_{n_i} = \frac{e_e - E}{e_e - e_{n_{\text{отп}}}}, \quad (2)$$

где e_e – упругость водяного пара внутреннего воздуха, Па; E – упругость насыщенного водяного пара, Па.

Температура в толще ограждающей конструкции рассчитывается по формуле

$$\tau_i = t_e - X_i(t_e - t_n), \quad ^\circ\text{C}, \quad (3)$$

где $X_i = \frac{1}{\alpha_e} + \sum_{i=1}^i R_i$ – безразмерное сопротивление теплопередаче в рассматриваемом сечении; α_e – коэффициент теплоотдачи со стороны внутренней поверхности ограждения, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$;

$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i}$ – термическое сопротивление слоя, $(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$; $R_{n_0}^{\text{всл}}$ – приведенное сопротивление

теплопередаче глади ограждающей конструкции, $(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$.

Значение упругости насыщения водяного пара с учётом формулы (3) определяется выражением

$$E = 611 \left\{ 1 + 0,01 \left[t_e - X(t_e - t_{n_{\text{отп}}}) \right] \right\}^{7,6}, \quad \text{Па}. \quad (4)$$

Установлена зависимость между безразмерными характеристиками Y_i и X_i следующего вида:

$$Y_i = \frac{\sum_{i=1}^{i-1} \frac{\delta_i}{\mu_i} + \frac{\lambda_i}{\mu_i} \left(X_i R_{n_0}^{\text{всл}} - \frac{1}{\alpha_e} - \sum_{i=1}^{i-1} R_i \right)}{R_{n_0}}, \quad i = 1 \dots n. \quad (5)$$

Расчет влажностного режима многослойной ограждающей конструкции выполняется в следующей последовательности:

1. По формулам (1) и (3) вычисляются значения безразмерных переменных X_i и Y_i на границах слоев.

2. Для найденных значений X_i ($i = 1, 2 \dots n$) определяются значения Y_{n_i} по формулам (2) и (4).

3. Проверяется выполнение неравенства (1) на границах слоев ограждения.

Если неравенство (1) выполнено, то выпадение конденсата в ограждении маловероятно и расчёт на этом заканчивается. Если неравенство (6) не выполнено, то следует определить положение плоскости конденсации водяного пара, используя зависимость $f = Y_n - Y_i$ на эксперимент, полагая

$$\frac{df}{dX} = 0. \quad (6)$$

После выполнения преобразований получена аналитическая зависимость для определения безразмерной координаты X_i плоскости возможной конденсации вида

$$X_i = \frac{t_a - 100 - 55,9 \left(\frac{e_a - e_{n_{\text{омп}}}}{t_a - e_{n_{\text{омп}}}} \frac{\lambda_i R_0^{\text{всч}}}{\mu_i R_{n_0}} \right)^{0,1515}}{t_a - t_n}. \quad (7)$$

По величине безразмерной переменной X_i можно определить расстояние x_i от внутренней поверхности слоя до плоскости возможной конденсации по формуле

$$x_i = \lambda_i \left(X_i R_0^{\text{всч}} - \frac{1}{\alpha_a} - \sum_{i=1}^{i-1} R_i \right), \text{ м.} \quad (8)$$

Если расстояние x_i превышает толщину слоя δ_r , то за плоскость возможной конденсации принимают согласно СП 50.13330.2012 наружную поверхность слоя.

Для численной реализации метода безразмерных характеристик была разработана программа, позволяющая автоматизировать расчет влажностного режима.

После определения координаты плоскости конденсации выполняется расчет по проверке возможности накопления влаги в строительной ограждающей конструкции за годовой период эксплуатации здания и за период месяцев с отрицательными температурами.

Согласно СП 50.13330.2012 не допускается накопление влаги за годовой период эксплуатации здания и ограничивается накопление влаги за холодный период. При этом допустимое накопление влаги не должно выходить за пределы сорбционного увлажнения используемых материалов.

В целях устранения накопления влаги в наружных стенах следует располагать более плотные слои ближе к внутренней поверхности, а рыхлые – к наружной. Указанные выше рекомендации реализуются в стенах, утепленных вентилируемыми фасадами.

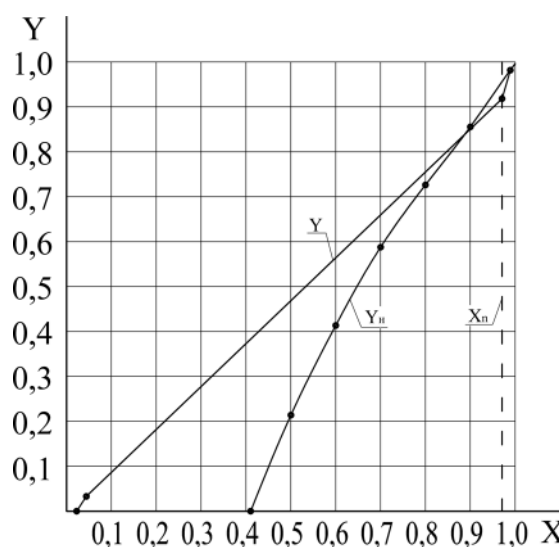
При использовании внутреннего утепления наружных стен или слоистых кладок довольно часто возникает необходимость в размещении пароизоляции с внутренней стороны теплоизоляционного материала. При этом величина требуемого сопротивления определяется по следующей формуле:

$$R_{n_{\text{из}}} = \frac{Y_{n_i} R_{n_0} \sum_{i=1}^m R_{n_i}}{1 - Y_{n_i}}, \text{ (м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па) / мг,} \quad (9)$$

где $m \leq n$, m – количество слоев, расположенных между внутренней поверхностью стены и наружной поверхностью утеплителя.

На рисунке представлены результаты расчета влажностного режима для многослойной наружной стены жилого здания, состав которой показан в табл. 2. Район строительства – г. Самара.

Приведенное сопротивление теплопередаче наружной стены, определенное по



Результаты расчета влажностного режима наружной стены: Y_n – безразмерное сопротивление паропроницанию для состояния полного насыщения влажного воздуха водяным паром; Y – безразмерное сопротивление диффузии водяного пара; X_n – координата плоскости возможной конденсации

Состав наружной стены

Таблица 2

№ слоя	Материал слоя	Толщина δ , м	Плотность ρ , кг/м ³	Расчетные коэффициенты	
				λ , Вт/(м·К)	μ , мг/(м·ч·Па)
1	Известково-песчаный раствор	0,02	1800	0,7	0,12
2	Монолитный беспесчаный керамзитобетон	0,50	600	0,14	0,155
3	Цементно-песчаный раствор	0,02	1800	0,76	0,09
4	Фактурный слой фасадной системы	0,0035	1600	0,7	0,05

методике, изложенной в СП 50.13330.2012, составило $R_{0}^{np} = 3,41$ (м²·К)/Вт, что превышает нормативное значение для наружной стены жилого здания, строящегося в Самарской области, равное 3,1 (м²·К)/Вт. Сопротивление теплопередаче глди наружной стены составило $R_{0}^{вст} = 3,768$ (м²·К)/Вт, сопротивление паропроницанию – $R_{n_0} = 3,69$ (м²·ч·Па)/мг.

При температуре внутреннего воздуха $t_{в} = 20$ °С и относительной влажности $\phi_{в} = 50$ % значение упругости водяного пара составило $e_{в} = 1169$ Па; значение средней температуры наружного воздуха за период месяцев с отрицательными температурами составило $t_{н.отр} = -7,18$ °С; упругость водяного пара $e_{н.отр} = 310$ Па.

По формуле (8) определяем значение безразмерной координаты плоскости возможной конденсации

$$X_2 = \frac{20 - 100 - 55,9 \left(\frac{1169 - 310}{20 - 7,18} \cdot \frac{3,768}{3,69} \cdot \frac{0,14}{0,155} \right)}{20 + 7,18} = 0,984.$$

$$x_2 = 0,14 \left(0,984 \cdot 3,788 - \frac{1}{8,7} - \frac{0,02}{0,7} \right) = 0,502.$$

Плоскость возможной конденсации совпадает с наружной поверхностью беспесчаного керамзитобетона, т. е. $x_2 = \delta_2 = 0,5$ м.

Для проверки возможности накопления влаги в наружной стене далее был выполнен расчет по методике, изложенной в СП 50.13330.2012, который показал на отсутствие накопления влаги за годовой период эксплуатации здания, а накопление влаги в зимний период не выходит за пределы сорбционного увлажнения керамзитобетона.

Выводы. 1. Представлена уточненная методика определения плоскости возможной конденсации в многослойных ограждающих конструкциях, базирующаяся на использовании метода безразмерных характеристик.

2. Получена приближенная аналитическая зависимость парциального давления насыщенного водяного пара от температуры, обладающая достаточной точностью для инженерных расчетов.

3. Приведены результаты расчета влажностного режима наружной стены, выполненной из монолитного беспесчаного керамзитобетона, по предложенной авторами методике.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гагарин В.Г., Зубарев К.П. Применение теории потенциала влажности к моделированию нестационарного влажностного режима ограждений // Вестник МГСУ. 2019. № 4. С. 485–495.
2. Фролов М.В. Выявление причин возникновения влаги в ограждающей конструкции стены //

Проблемы энергосбережения в промышленном и жилищно-коммунальном комплексах: сборник трудов XVIII Международной научно-практической конференции. Пенза, 2017. С. 185–189.

3. Фокин К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий. М.: АВОК-ПРЕСС, 2006. 256 с.

4. Ильинский В.М. Строительная теплофизика. М.: Высшая школа, 1974. 319 с.

5. Богословский В.Н. Тепловой режим здания. М.: Стройиздат, 1979. 248 с.

6. Выхчиков Ю.С. Определение плоскости конденсации для многослойных ограждающих конструкций // Строительные материалы. 2006. № 4. С. 92–94.

7. Выхчиков Ю.С., Беляков И.Г. Исследование влажностного режима строительных ограждающих конструкций с помощью метода безразмерных характеристик // Известия высших учебных заведений. Строительство. 1998. № 3. С. 76–79.

8. Внутренние санитарно-технические устройства: справочник проектировщика / под ред.: И.Г. Старовойтова, И.Ю.Шиллера. Ч.1. Отопление. Кн.1. М.: Стройиздат, 1990.

9. Блази В. Справочник проектировщика: Строительная физика. М.: Техносфера, 2004. 480 с.

REFERENCES

1. Gagarin V. G., Zubarev K. P. Application of moisture potential theory to modeling of non-stationary humidity regime of fences. *Vestnik MGSU* [Bulletin of MGSU], 2019, no. 4, pp. 485-495. (in Russian)
2. Frolov M. V. Identification of the causes of moisture in the wall enclosing structure. *Problemy jenergoberezhenija v promyshlennom i zhilishhno-kommunal'nom kompleksah: sbornik trudov XVIII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii* [Problems of energy saving in industrial and housing and communal complexes: proceedings of the XVIII International scientific and practical conference], Penza, 2017, pp. 185-189. (in Russian)
3. Fokin K. F. *Stroitel'naja teplo tehnika ograzhdajushhih chastej zdaniij* [Construction heat engineering of enclosing parts of buildings]. Moscow, AVOK-PRESS Publ., 2006. 256 p.
4. Il'inskij V.M. *Stroitel'naja teplofizika* [Construction Thermophysics]. Vysshaja shkola Publ., 1974. 319 p.
5. Bogoslovskij V.N. *Teplovoj rezhim zdaniija* [Thermal regime of the building]. Moscow, Strojizdat Publ., 1979. 248 p.
6. Vytchikov Yu. S. Determination of the condensation plane for multilayer enclosing structures. *Stroitel'nye materialy* [Building material], 2006. no. 4, pp. 92-94. (in Russian)
7. Vytchikov Yu. S., Belyakov I. G. Investigation of the humidity regime of building enclosing structures using the method of dimensionless characteristics. *Izvestiya vyshe uchebnykh zavedenij. Stroitel'stvo* [Proceedings of higher educational institutions. Construction], Novosibirsk, 1998, no. 3, pp. 76-79. (in Russian)

8. *Vnutrennie sanitarno-tehnicheskie ustrojstva: Spravochnik proekti-rovshhika* [Internal sanitary-technical devices: a Guide designer] Part 1. Heating. Book 1, Moscow, Stroizdat Publ., 1990. 344 p.

9. Blasi V. *Spravochnik proektirovshhika. Stroitel'naja fizika* [Handbook of the designer. Building physics]. Moscow, Technosphere Publ., 2004. 480 pp.

Об авторах:

ВЫТЧИКОВ Юрий Серафимович

кандидат технических наук, профессор кафедры общей и прикладной физики и химии Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: git.2008@mail.ru

VYTCHIKOV Yuri S.

PhD in Engineering Science, Professor of the of Heat and Gas Supply and Ventilation Chair Samara State Technical University Academy of Architecture and Civil Engineering 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244 E-mail: git.2008@mail.ru

САПАРЕВ Михаил Евгеньевич

кандидат технических наук, доцент кафедры теплогазоснабжения и вентиляции Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: msx072007@yandex.ru

SAPAREV Mikhail Ye.

PhD in Engineering Science, Associate Professor of the of Heat and Gas Supply and Ventilation Chair Samara State Technical University Academy of Architecture and Civil Engineering 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244 E-mail: msx072007@yandex.ru

Для цитирования: Вытчиков Ю.С., Сапарёв М.Е. Применение метода безразмерных характеристик к расчету влажностного режима многослойных строительных ограждающих конструкций // Градостроительство и архитектура. 2020. Т. 10, № 2. С. 10–15. DOI: 10.17673/Vestnik.2020.02.2.

For citation: Vytchikov Yu.S., Saparev M.Ye. Application of the Method of Dimensional Characteristics to the Calculation of the Humidity Mode of Multi-layered Enclosing Building Structures. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2020, Vol. 10, no. 2, Pp. 10–15. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2020.02.2.

ПОДПИСКА – 2020

**на июль – декабрь по Объединенному каталогу
«Пресса России»**

Уважаемые читатели!

**Обратите внимание, что с 1 сентября 2019 г.
проводится подписная кампания второго полугодия 2020 г. на журнал
Самарского государственного технического университета**

«ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА»

Подписной индекс нашего журнала в каталоге И70570

*Подробные условия оформления подписки и стоимость
Вы найдете в I томе каталога «Пресса России» на странице 178.
Также возможно оформить подписку онлайн на сайте <https://www.ppressa-rf.ru/>*

С. М. ПУРИНГ
Д. Н. ВАТУЗОВ

МОДЕРНИЗАЦИЯ АППАРАТОВ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА ОТ ТВЕРДЫХ ВЫСОКОДИСПЕРСНЫХ АЭРОЗОЛЕЙ

MODERNIZATION OF DEVICES FOR PURIFICATION OF AIR FROM SOLID HIGH-DISPERSED AEROSOLS

Предложен аппарат очистки от твердых частиц дисперсностью от 0,1 мкм. Принцип действия аппарата основан на коагуляции частиц на перфорированных в виде щелей пластинах, с использованием орошения загрязненного воздуха водой через форсунки с дисперсным составом от 2,0 до 10 мкм. При прохождении трехфазного потока через щели первой пластины сепаратора, вследствие турбулизации потока в струйках с малым масштабом турбулентности возникает турбулентная коагуляция, что приводит к укрупнению частиц. При набегании струи на вторую пластину формируется пограничный слой, обладающий повышенной вязкостью к компонентам струи. Вязкость образуется за счет оседания и перемешивания частиц воды и пыли (в том числе укрупненной) на поверхности второй пластины, где в основном и происходит осаждение частиц. Выявлены зависимости эффективности аппарата от ширины щелей и их взаимного расположения на первой и второй пластинах, сочетание которых обеспечивает режим повышенной коагуляции и высокий КПД улавливания частиц аппаратом.

Ключевые слова: высокодисперсные аэрозоли, инерционный механизм осаждения, коагуляция, эффективность очистки, перфорированные пластины

A device for cleaning solid particles with a dispersion of 0.1 μm is proposed. The principle of the apparatus is based on coagulation of particles on slots perforated in the form of slots, using irrigation of contaminated air with water through nozzles with a dispersed composition from 2.0 microns to 10 microns. When a three-phase flow passes through the slots of the first separator plate, turbulent coagulation occurs due to turbulence of the flow in streams with a small turbulence scale, which leads to particle coarsening. When the jet runs onto the second plate, a boundary layer is formed that has an increased viscosity to the components of the jet. Viscosity is formed due to the sedimentation and mixing of water particles and dust (including coarsened) on the surface of the second plate, where particles are mainly deposited. The dependences of the apparatus efficiency on the width of the slots and their mutual arrangement on the first and second plates, the combination of which provides a mode of increased coagulation and high efficiency of particle capture by the apparatus, are revealed.

Keywords: high-dispersed aerosols, inertial deposition mechanism, coagulation, cleaning efficiency, perforated plates

Введение

Значительное количество производственных процессов сопровождается выделениями загрязняющих веществ, которые системами вентиляции выбрасываются в атмосферу, что способствует не только загрязнению воздушного бассейна, но и трате ценных ресурсов на производствах, использующих редкие и дорогие сырье и материалы. Поэтому целесообразно в составе систем вытяжной вентиляции предусматривать устройство аппаратов очистки, которые не только снижают антропогенное воздействие на атмосферу, но и способствуют возвращению полезных компонентов в производственный цикл [1 – 4]. Учитывая, что часть загрязняющих веществ выделяется в виде аэрозолей тонкой дисперсности, улавливание которых сопровождается определенными сложностями, актуальна

разработка или совершенствование аппаратов очистки воздуха. Причем простые в конструкции механические устройства, установка и обслуживание которых дешевле и надежнее, предпочтительнее сложных технических систем.

Известно, что функционирование аппаратов очистки воздуха характеризуется двумя основными параметрами: эффективностью улавливания загрязняющих веществ (ЗВ) и энерго-экономическими показателями, которые тесно связаны между собой [5].

Эффективность улавливания рассчитывается по формуле

$$\eta = 1 - \frac{C'}{C}, \quad (1)$$

где C' – концентрация ЗВ на входе в аппарат, $\text{г}/\text{м}^3$; C – концентрация ЗВ после очистки, $\text{г}/\text{м}^3$.

Энерго-экономический показатель $K_{\text{эн}}$ определяется затратами энергии (кДж) на осуществление процесса улавливания ЗВ из очищаемого воздуха (1000 м³) в аппарате [5], которые должны стремиться к минимально возможному значению. Затраты энергии $K_{\text{эн}}$ зависят от гидравлического сопротивления аппарата ($\Delta P_{\text{ап}}$, Па): $K_{\text{эн}} = f(\Delta P_{\text{ап}})$ и влияют на относительную стоимость очистки.

Таким образом, на уменьшение стоимости очистки и, следовательно, на эффективность аппарата (при одинаковой степени очистки) влияют уменьшение гидравлического сопротивления и повышение производительности аппарата. С другой стороны, при постоянной производительности (при условии конструктивных изменений) возможно увеличить степень очистки воздуха без увеличения стоимости.

Существует достаточное количество устройств для очистки воздуха от пыли, принцип работы которых основан на инерционном механизме осаждения [1]. Но значительная их часть используется для очистки от достаточно крупных аэрозолей ($d_{\text{ч}} > 10$ мкм). Эффективность работы устройств для очистки воздуха от мелкодисперсной пыли невысока, поэтому задача создания простого механического устройства, способного улавливать мелкие частицы пыли, достаточно актуальна.

Основные теоретические зависимости, используемые при конструировании

Эффективность работы любого устройства по очистке воздуха от аэрозолей определяется конкретными механизмами осаждения, обусловленными конструктивными особенностями аппарата. Улавливание частиц может происходить за счет эффектов диффузии, инерции, касания, седиментации, электрических сил, турбулентности и др. [6].

В конкретных устройствах определяющим является один или два механизма осаждения. Для устройств, осаждение частиц в которых вызывается силами инерции, математическое описание данного процесса основывается на критерии Стокса (St), характеризующем отношение инерционной силы, действующей на частицу, к силе гидравлического сопротивления среды [2,3,7].

Критерий подобия инерционного осаждения частиц, критерий Стокса, определяется по известной формуле

$$Stk = \frac{v_0 \rho_{\text{ч}} d_{\text{ч}}^2 C_k}{18 \mu_0 l}, \quad (2)$$

где v_0 – скорость потока, набегающего на препятствие, м/с; $\rho_{\text{ч}}$ – плотность материала частиц, кг/м³; $d_{\text{ч}}$ – диаметр частиц, м; C_k – поправка Кенин-

гема-Милликена; μ_0 – динамическая вязкость, Па·с; l – характерный размер препятствия, м.

Инерционное осаждение аэрозолей возможно при превышении критерия Стокса определенного «критического» значения $Stk_{\text{кр}}$, значение которого зависит от типа препятствия.

Эффективность осаждения аэрозольных частиц из струй (прямоугольных и круглых), набегающих на пластины (импакторы струй, сепараторы удара), на цилиндрических и сферических коллекторах, расположенных в аэрозольных потоках (волоконные фильтры, газоочистители), за счет инерционных механизмов определяют как функцию числа Стокса: $\eta = f(\sqrt{Stk})$ [8, 9]. Значение $\sqrt{St_{\text{кр}}}$ при осаждении частиц на пластины для круглых струй, соответствующее полному их извлечению из двухфазного потока, составляет по данным исследований [6] около 0,58; для прямоугольных струй – 0,82. Осаждение частиц не наблюдается при $\sqrt{St_{\text{кр}}}$ меньшем 0,2 для круглых струй и $\sqrt{St_{\text{кр}}}$ меньшем 0,3 для прямоугольных. Исследованиями по определению эффективности улавливания аэрозолей при скорости воздуха в отверстиях (щелях) 10–180 м/с установлено также, что изменение расстояния от отверстия в первой пластине до поверхности второй пластины, в пределах от 1 до 3 эквивалентных диаметров отверстий, не влияет на полученные результаты.

Минимальные диаметры частиц $d_{\text{мин}}$, которые будут удалены из потока, определяются с использованием рассчитываемых критериев $St_{\text{кр}}$:

$$d_{\text{мин}} = \sqrt{\frac{18 \mu_0 Stk_{\text{кр}} l}{v_0 \rho_{\text{ч}}}}, \quad \text{м.} \quad (3)$$

Для всех рассматриваемых случаев инерционного осаждения частиц эффективность улавливания пропорциональна диаметру частиц $d_{\text{ч}}$. То есть необходимо создание условий, способствующих увеличению диаметра частицы, например повышению турбулентности воздушного потока, способствующей коагуляции частиц.

Скорость турбулентной коагуляции – величина, способствующая числу встреч частиц в единице объема в единицу времени, 1/м³·с – происходящей за счет так называемого «механизма ускорения», определяется по формуле [10]:

$$N_{\text{уск}} = \pi \frac{\rho_{\text{ч}}}{\rho_0} n_0^2 \frac{\varepsilon_T^{3/4}}{v_0^{5/4}} \beta d_{\text{ч}}^4, \quad (4)$$

где n_0 – начальная концентрация частиц, 1/м³; $\varepsilon_T \approx v_0^3 / l_t$ – величина, характеризующая турбулентный поток, м²/с³; l_t – линейный параметр (для трубы l равен ее диаметру), м; v_0 – кинематическая вязкость воздуха, м²/с; β – коэффициент, характеризующий распределение частиц по размерам; $d_{\text{чср}}$ – средний размер частиц, м.

Принцип работы устройства

На основании вышеизложенных зависимостей предложен аппарат очистки воздуха от тонкодисперсных аэрозолей (рис. 1) [11].

Загрязненный воздух, поступающий в устройство через входной патрубок, орошается водой. Далее трехфазный поток, состоящий из воздуха, частиц пыли и воды проходит через сепаратор мелкодисперсных частиц, состоящий из двух параллельных пластин со щелевыми отверстиями, оси которых смещены (рис. 2). При прохождении трехфазного потока через щели первой пластины сепаратора, вследствие турбулизации потока в струйках с малым масштабом турбулентности, возникает турбулентная коагуляция (взаимная) частиц пыли и разбрызганной форсункой (форсунками) воды, что приводит к укрупнению частиц. Поток воздуха, срываясь с острых кромок щелевых отверстий первой пластины, с большой скоростью набегает на межщелевые площадки второй пластины.

При набегании струи на вторую пластину формируется пограничный слой, обладающий повышенной вязкостью к компонентам струи. Вязкость образуется за счет оседания и перемешивания частиц воды и пыли (в том числе укрупненной) на поверхности второй пластины.

Первая пластина способствует формированию отдельных плоскопараллельных струек с малым масштабом турбулентности, что способствует взаимной коагуляции частичек пыли и разбрызгиваемой форсунками водой, а также обеспечивает набегание со скоростью скоагулированных аэрозолей на вторую пластину.

Коагуляция аэрозолей осуществляется в основном на второй пластине вследствие удара отдельных струек о площадку между щелевыми отверстиями второй пластины. Выбранная ширина щелевых отверстий второй пластины исключает вторичное образование аэрозолей и каплеунос.

Образовавшийся шлам стекает в поддон и удаляется через сливное отверстие, а очищенный воздух проходит через жалюзийный каплеуловитель в выходной патрубок.

Потери давления в очистном аппарате $\Delta P_{\text{ап}}$, Па, определяются по формуле

$$\Delta P_{\text{ап}} = \xi_1 \cdot \frac{\rho \cdot V_1^2}{2} + \xi_2 \cdot \frac{\rho \cdot V_2^2}{2}, \quad (5)$$

где ξ_1, ξ_2 – коэффициент местного сопротивления первой и второй пластин 2 и 1,5 соответственно; V_1, V_2 – скорость воздушного потока в щелях первой и второй пластин 40 и 20 м/с соответственно; ρ – плотность воздуха, 1,2 кг/м³.

Результаты и обсуждения

При осаждении частиц пыли в аппаратах очистки в прямоугольных каналах и щелях опе-

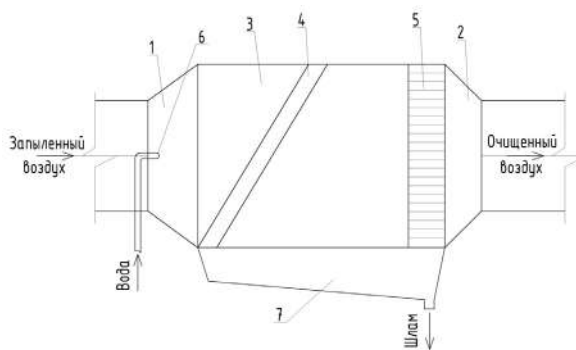


Рис. 1. Устройство для очистки воздуха от мелкодисперсных твердых частиц:

1 – входной патрубок; 2 – выходной патрубок; 3 – корпус; 4 – сепаратор; 5 – жалюзийный каплеуловитель; 6 – форсунка; 7 – поддон для шлама

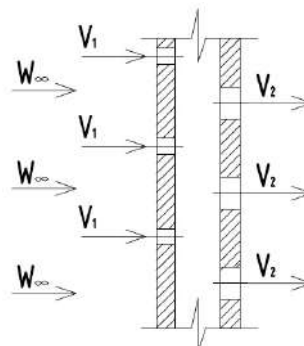


Рис. 2. Схема движения потока загрязненного воздуха: W_{∞} – скорость движения потока загрязненного воздуха в корпусе устройства перед первой пластиной; V_1 – скорость движения потока загрязненного воздуха в перфорации первой пластины; V_2 – скорость движения потока очищенного воздуха в перфорации второй пластины

рируют таким понятием, как эквивалентный гидравлический диаметр $d_э$ (радиус) канала. На рис. 3 приведены результаты экспериментальных исследований по очистке воздуха в отверстиях в пластине [12]. Как видно из результатов опытов, максимальная степень очистки достигается при отношении $d_э/d_э1$, равном 2–2,5. При ширине щели b_1 в первой пластине, равной 4 мм, ширина щелей во второй пластине b_2 составляет $(2,0–2,5) \cdot b_1$, т. е. 8–10 мм. Кроме того, при такой ширине щели снижается до минимума каплеунос уловленного продукта.

Согласно (5), при

$$\Delta P_{\text{ап}} = 2 \frac{1,2 \cdot 40^2}{2} + 1,5 \frac{1,2 \cdot 20^2}{2} = 2280 \text{ Па}$$

по рис. 3 при отношении $d_э/d_э1$, равном 2–2,5 (8–10 мм), степень очистки максимальна при данных условиях и составит $\eta = 93–90 \%$.

Расстояние между центрами щелевых отверстий l_1 первой пластины равно $(6–8) \cdot b_1$, т. е.

24–32 мм, что оптимально для обеспечения плоскопараллельного движения потока и набегания его на вторую пластину под углом 90° . Именно такое расстояние обеспечивает максимальное выпадение на поверхности второй пластины скоагулированного агломерата.

На рис. 4 приведены результаты экспериментальных исследований зависимости эффективности очистки от соотношения расстояния

между пластинами к эквивалентному диаметру первой пластины l/d_1 при различных аэродинамических сопротивлениях [12]. Как видно из графика, при соотношении $l/d_1 = 1,5$ – 2 наблюдается наибольший эффект очистки.

Например, при $\Delta P_{\text{ат}} = 2280$ Па, согласно графику, при отношении l/d_1 , равном $1,5$ – $2,0$ (6–8 мм), степень очистки максимальна при данных условиях и составит $\eta = 94$ – 93 %.

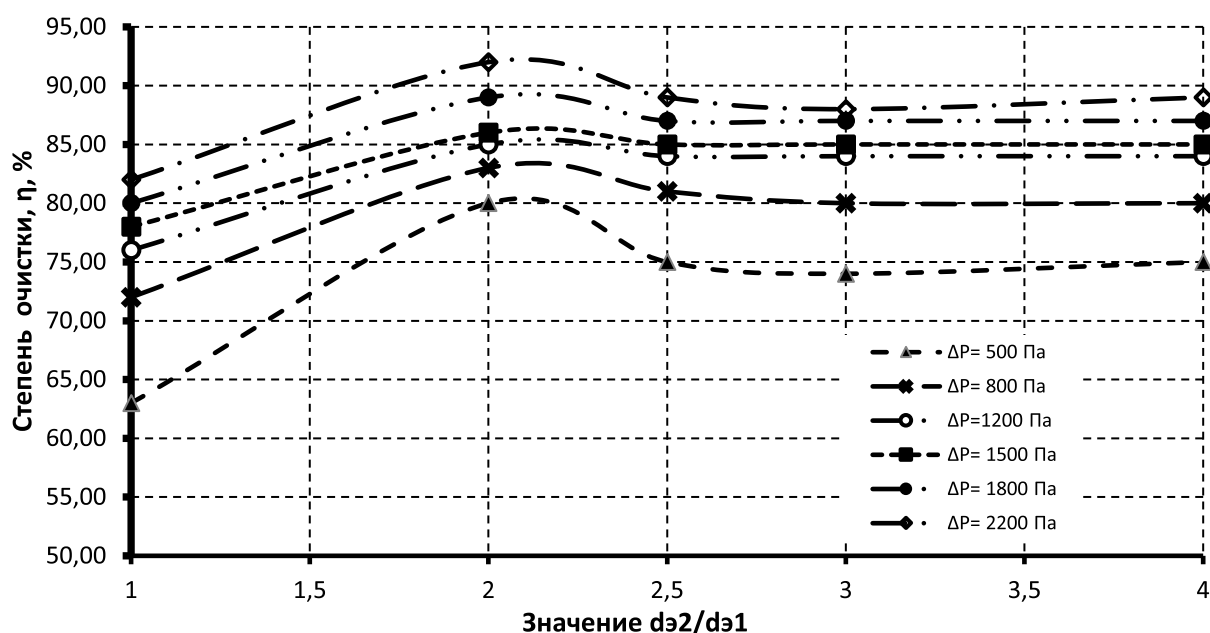


Рис. 3. Зависимость степени очистки от соотношения гидравлических диаметров отверстий в пластинах и гидравлического сопротивления

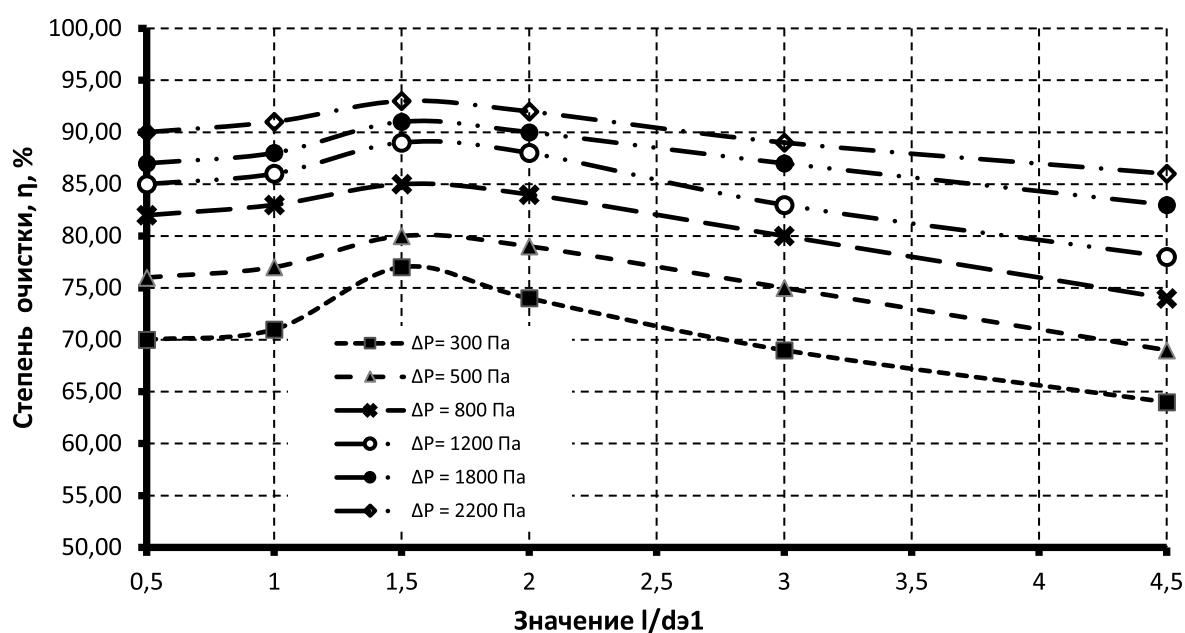


Рис. 4. Зависимость степени очистки от соотношения расстояния между пластинами к эквивалентному диаметру отверстий первой пластины и гидравлического сопротивления

Расположение пластин под углом $30 - 60^\circ$ позволяет при постоянной скорости воздушного потока (V) и заданной ширине корпуса устройства (A) увеличить расход очищаемого воздуха ($L=V \cdot A \cdot B$) за счет увеличения площади поверхности контакта сепаратора с загрязненным воздухом: $B = H / \sin \alpha = H \cdot (2 \div 2 / \sqrt{3})$, где B – длина пластины, H – высота корпуса устройства. Поэтому возрастает эффективность работы устройства (за счет повышения его производительности при неизменных габаритах) или уменьшаются габариты (за счет уменьшения высоты при неизменном расходе).

Таким образом, разработанное устройство позволяет удалить из потока запыленного воздуха частицы мелкодисперсной пыли с дисперсным составом более $0,1$ мкм.

Высокая надежность работы устройства и эффективность очистки воздуха им достигается за счет перфорации пластин сепаратора в виде продольных вертикальных щелей и орошения загрязненного воздуха водой через форсунки с дисперсным составом частичек воды от $2,0$ до 10 мкм. Живое сечение щелей первой пластины обеспечивает плоскопараллельное струйное движение потока и набегание его на вторую пластину под углом 90° .

Экспериментальные исследования показали, что режим повышенной коагуляции и устойчивого осаждения частиц наблюдается при ширине щелей первой пластины $b_1 = 4$ мм, расстоянии между центрами щелевых отверстий, равном $(6-8) \cdot b_1$, ширине щелей второй пластины $(2,0-2,5) \cdot b_1$, расстоянии между пластинами, равном $(1,5-2,0) \cdot b_1$, и смещении осей щелевых отверстий первой и второй пластин друг относительно друга.

Перфорация пластин сепаратора, выполненная в виде продольных вертикальных щелей, и их установка под углом $30-60^\circ$ снижает аэродинамическое сопротивление, а следовательно, снижает энергозатраты устройства в процессе его работы.

Благодаря стеканию скоагулированных частиц, смоченных водой, под действием силы тяжести в поддон для шлама, происходит самоочищение пластин сепаратора, которые не засоряются и не требуют частой остановки работы устройства для их очистки.

Вывод. Разработанное устройство может быть использовано в химической, текстильной, пищевой, легкой и других отраслях промышленности для очистки вентиляционных и технологических выбросов от пылевых частиц с дисперсностью от $0,1$ мкм, которые образуются в технологических процессах. Работа устройства основана на укрупнении и последу-

ющем улавливании твердых высокодисперсных частиц, с использованием простой и надежной конструкции, с невысоким аэродинамическим сопротивлением и уменьшенными энергозатратами. Уловленные вещества могут быть утилизированы или возвращены в производство.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ветошкин А.Г., Таранцева К.Р. Технология защиты окружающей среды (теоретические основы). М.: НИЦ «Инфра-М», 2015. 362 с.
2. Очистка промышленных газов от пыли / [Ужов В.Н. и др.]. М.: Химия, 1981. 392 с.
3. Тюрин Н.П. Высокоэффективные устройства очистки вентиляционных выбросов от мелкодисперсных частиц / СГАСУ. Самара, 2015. 124 с.
4. Puring S.M., Vatuzov D.N., Tyurin N.P. Parameter choice optimization of ventilating air cleaning equipment while designing and constructing industrial buildings // Procedia Engineering 2016. V. 153. P. 563-568.
5. Экологические требования к установкам очистки газов: Письмо Минприроды России от 21.06.1996 № 11-01/02-474.
6. Lu H., Wang Y. Particle deposition in ventilation ducts: A review. Build. Simul., 2019. V.12. P. 723-734. <https://doi.org/10.1007/s12273-019-0522-8>.
7. Boutsikakis A., Fede P., Pedrono A. et al. Numerical Simulations of Short- and Long-Range Interaction Forces in Turbulent Particle-Laden Gas Flows. Flow Turbulence Combust 2020. <https://doi.org/10.1007/s10494-020-00115-3>.
8. Ranz W.E., Wong J.B. Impaction of dust and smoke particles on surface and body collectors, Ind. Eng. Chem. 1952. V. 44. P.1371-1381.
9. Будыка А.К., Припачкин Д.А., Цовьянов А.Г. Моделирование и экспериментальное исследование осаждения аэрозольных частиц в персональном импакторе // АНРИ. 2009. № 3. С. 27-37.
10. Левич В.Г. Физико-химическая гидродинамика. М., 1959. 700 с.
11. Устройство для очистки воздуха от мелкодисперсных твердых частиц Пат. 2710425 РФ, МПК B01D 45/00 / Ватузов Д.Н., Пурин С.М., Тюрин Н.П., Тюрин Д.Н.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Самарский государственный технический университет. № 2019107824, заявл. 19.03.2019, опубл. 26.12.19, Бюл. № 36. 10 с.
12. Тюрин Н.П. Очистка вентиляционного воздуха от аэрозолей пластификаторов: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.03 / Ленинградский ордена Октябрьской революции и ордена трудового красного знамени инженерно-строительный институт. Л., 1982. 159 с.

REFERENCES

1. Vetoshkin A. G., Tarantseva K. R. *Tekhnologiya zashchity okruzhayushchej sredy (teoreticheskie osnovy)* [Technology of environmental protection (theoretical foundations)]. Moscow, SIC «Infra-M», 2015. 362 p.

2. Uzhov V. N. *Ochistka promyshlennykh gazov ot pyli* [Cleaning of industrial gases from dust]. Moscow, Chemistry, 1981. 392 p.
3. Tyurin N. P. *Vysokoeffektivnye ustroystva ochistki ventilyacionnykh vybrosov ot melkodispersnykh chastic* [High-Efficiency devices for cleaning ventilation emissions from fine particles]. Samara, SGASU, 2015. 124 p.
4. Puring S. M., Vatzov D. N., Tyurin N. P. Parameter choice optimization of ventilating air cleaning equipment while designing and constructing industrial buildings. *Procedia Engineering*, 2016, no. 153, pp. 563-568.
5. *Ekologicheskie trebovaniya k ustanovkam ochistki gazov* [Environmental requirements for gas treatment plants]. Letter no. 11-01/02-474 of the Ministry of natural resources of the Russian Federation dated 21.06.1996.
6. Lu H., Wang Y. Particle deposition in ventilation ducts: A review. *Build. Simul.*, 2019, no. 12, pp. 723-734. DOI:10.1007/s12273-019-0522-8.
7. Boutsikakis A., Fede P., Pedrono A. et al. Numerical Simulations of Short - and Long-Range Interaction Forces in Turbulent Particle-Laden Gas Flows. *Flow Turbulence Combustion*, 2020. DOI: 10.1007/s10494-020-00115-3.
8. Ranz W. E., Wong J. B., Impaction of dust and smoke particles on surface and body collectors, *Ind. Eng. Chem*, 1952, no. 44, pp. 1371-1381.
9. Budyka A. K., Pripachkin D. A., Zavialov A. G. *Modelirovanie i eksperimental'noe issledovanie osazhdeniya aerol'nykh chastic v personal'nom impaktore* [Modeling and experimental investigation of deposition of aerosol particles in the personal impactor]. *ANRI*, 2009, no. 3, pp. 27-37.
10. Levich V. G. *Fiziko-himicheskaya gidrodinamika* [Physical and chemical hydrodynamics]. Moscow, 1959. 700 p.
11. Vatzov D. N., Puring S. M., Tyurin N. P., Tyurin D. N. *Ustroystvo dlya ochistki vozduha ot melkodispersnykh tverdykh chastic* [Device for cleaning of air from finely dispersed solid particles]. Patent RF, no. 2019107824, 2019.
12. Tyurin N. P. *Ochistka ventilyacionnogo vozduha ot aerolej plastifikatorov: dis ... kand. tekhn. nauk* [Cleaning of ventilation air from plasticizer aerosols: dis... Cand. Techn. science]. Leningrad, 1982. 159 p.

Об авторах:

ПУРИНГ Светлана Михайловна

кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры теплогазоснабжения и вентиляции Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: Puring@mail.ru

ВАТУЗОВ Денис Николаевич

кандидат технических наук, доцент кафедры теплогазоснабжения и вентиляции Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: Vatzov74@mail.ru.

PURING Svetlana M.

PhD in Engineering Science, Associate Professor of the Heat and Gas Supply and Ventilation Chair Samara State Technical University Academy of Architecture and Civil Engineering 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244 E-mail: Puring@mail.ru.

VATUZOV Denis N.

PhD in Engineering Science, Associate Professor of the Heat and Gas Supply and Ventilation Chair Samara State Technical University Academy of Architecture and Civil Engineering 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244 E-mail: Vatzov74@mail.ru.

Для цитирования: Пуринг С.М., Ватузов Д.Н. Модернизация аппаратов очистки воздуха от твердых высокодисперсных аэрозолей // Градостроительство и архитектура. 2020. Т. 10, № 2. С. 16–21. DOI: 10.17673/Vestnik.2020.02.3.

For citation: Puring S.M., Vatzov D.N. Modernization of Devices for Purification of Air from Solid High-Dispersed Aerosols. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2020, Vol. 10, no. 2, Pp. 16–21. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2020.02.3.



О. Н. ПАНФИЛОВА

**ДООЧИСТКА ГОРОДСКИХ СТОЧНЫХ ВОД
ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НОВЫХ СОРБЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**TREATMENT OF URBAN WASTE WATER FROM IONS
OF HEAVY METALS BY USING NEW SORPTION MATERIAL**

В статье обобщены результаты экспериментов по удалению ионов тяжелых металлов из городских сточных вод новым сорбентом на основе глин. Работы велись на экспериментальном реакторе периодического действия (SBR) в трех режимах: совместная биосорбционная очистка (сорбент вводился перед аэротенком); сорбционная доочистка (сорбент вводился после вторичного отстойника); оценка действия коагулянта на эффективность сорбционной очистки. При введении сорбента перед аэротенком доза сорбента, требуемая для достижения ПДК рыбохозяйственных водоемов по ионам тяжелых металлов, составила 10 г/л. При использовании предлагаемого сорбента на этапе доочистки доза сорбента снизилась до 1 г/л. Введение коагулянта с дозой 6–8 мг/л по железу (III) положительно сказалось на концентрации цинка, меди, свинца, алюминия и фосфатов, но увеличило концентрацию железа в очищенной воде. Новый сорбент перспективен для доочистки производственных сточных вод с более высокими исходными концентрациями.

Ключевые слова: сорбция, доочистка, модифицированные сорбенты, глины, тяжелые металлы

The article presents the results of experiments on the removal of heavy metal ions from urban wastewater with a new sorbent -based on clay. The work was carried out in an experimental reactor (SBR) in three modes: bio-sorption treatment; sorption purification; and evaluating the effect of the coagulant on the effectiveness of sorption purification. The dose of sorbent used in the aeration tank to achieve standards for heavy metal ions was 10 g / l. When using the proposed sorbent in sorption purification the dose of the sorbent was decreased to 1 g / l. The introduction of a coagulant with a dose of 6-8 mg / l for iron (III) had a positive effect on the concentration of zinc, copper, lead, aluminum and phosphates, but increased the concentration of iron in purified water. The new sorbent is recommended for deep treatment of industrial wastewater with higher initial concentrations.

Keywords: sorption, post-treatment, modified sorbents, clays, heavy metals

Ионы тяжелых металлов (ИТМ) поступают в коммунальную канализацию в основном со сточными водами промышленных предприятий. Если концентрации ИТМ в производственных сточных водах высоки (например, от гальванических цехов), их необходимо подщелачивать на локальных очистных сооружениях до реакции среды, соответствующей максимальному образованию гидроксидов этих ме-

таллов. Оптимальное значение pH зависит от вида и соотношения содержащихся ионов и находится обычно в диапазоне 8,5–10,5. Поскольку растворимость гидроксидов тяжелых металлов даже при оптимальном значении pH превышает рыбохозяйственные ПДК, содержание ИТМ в промышленных сточных водах часто оказывается выше концентраций, установленных для приема в городские канализационные сети.

Смесь хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод поступает на городские очистные сооружения. Процессы биологической очистки сточных вод не предназначены и не рассчитываются на удаление ИТМ. Тем не менее концентрации ИТМ в ходе биологической очистки снижаются на 50–90 % в зависимости от вида и концентрации ионов, а также pH иловой смеси и ряда других условий процесса. Несмотря на это концентрации ИТМ в очищенных городских сточных водах очень часто превышают нормативы допустимого сброса. Поэтому исследования по глубокому удалению ИТМ как на локальных, так и городских очистных сооружениях являются актуальной задачей.

Одним из направлений по решению проблемы очистки сточных вод от ИТМ являются сорбционные технологии. Сорбенты могут использоваться как на стадии биологической очистки, так и на стадии доочистки. Наиболее используемыми в практике доочистки сорбентами являются активированные угли, однако высокая стоимость и низкая селективность по ИТМ исключают их использование. Поэтому нужны принципиально новые сорбционные материалы, позволяющие очистить сточные воды от ИТМ до рыбохозяйственных ПДК и имеющие возможно более высокую сорбционную емкость и низкую стоимость.

Целью данного исследования была проверка сорбционных свойств нового сорбента на основе глин на различных этапах очистки коммунальных сточных вод от ионов тяжелых металлов, определение соответствующих параметров и разработка технологии сорбционной очистки от данного вида загрязнений.

Для проведения исследований был выбран новый сорбент, соотношения природных компонентов которого были определены на предыдущем этапе исследований [1]. В состав сорбента входило: 10 частей монтмориллонита, 10 частей каолина, 10 частей торфа, 1 часть доломита. В качестве связующего использовали поливинилацетат. Процесс изготовления сорбента, включая предварительную подготовку компонентов и термическую обработку, описан в работах [2, 3].

Эксперименты по очистке городских сточных вод от ИТМ были проведены в три этапа. Во всех случаях сорбент дозировали в сухом порошкообразном виде.

На первом этапе было исследовано применение сорбента на стадии биологической очистки. Для этого использовали экспериментальный реактор периодического действия (SBR) общим объемом 5 л. В реактор загружали активный ил из иловой камеры городских очистных сооружений и смешивали с осветленными

городскими сточными водами в соотношении 1:1. Доза ила в иловой смеси изменялась от 3,2 до 4,1 г/л, зольность составляла 32 %. Сорбент вводили в иловую смесь сразу после заполнения реактора осветленной сточной водой. Также были выполнены контрольные опыты без добавления сорбента.

Исследования проводились в аэробном режиме, продолжительность которого после быстрого заполнения реактора составляла 4 ч. Седиментация активного ила продолжалась 30 мин, после чего отбирали пробу очищенной воды. Выбранная длительность аэробной фазы позволяла провести полную биологическую очистку с нитрификацией. Концентрации основных загрязнений снижались в следующих диапазонах, мг/л: ХПК – с 187–211 до 25–30, БПК₅ – с 98–138 до 4,2–8,3; азот аммонийный – с 8,8–9,3 до 0,04–0,09. Пробы воды, как исходной, так и очищенной, перед анализом на ИТМ фильтровали через фильтр «синяя лента». Концентрации ИТМ определяли эмиссионным с индуктивно-связанной плазмой спектрометром Avio 200. Температура иловой смеси в реакторе составляла 20±1 °С.

В первой серии опытов было проведено сравнение эффективности удаления ИТМ без сорбента и в трех последовательных циклах биологической очистки с однократным введением 1 г/л сорбента в начале первого цикла. Сначала было проведено пять контрольных опытов в SBR без сорбента с пробами исходной воды, отобранной после первичных отстойников городских очистных сооружений в разные дни. Активный ил заменяли в каждом опыте на новый, отобранный из одной и той же иловой камеры городских очистных сооружений. После завершения контрольных опытов заполнили реактор новой порцией активного ила и сточной воды по 2,5 л, ввели сорбент с дозой 1 г/л и провели первый цикл очистки, как указано выше. Во втором и третьем циклах также добавляли новые порции той же самой сточной воды, но сорбент не вводили и активный ил не заменяли. Результаты этой серии опытов представлены в табл. 1.

Как видно из табл. 1, в исходной сточной воде концентрации кадмия и никеля изначально не превышали ПДК. В процессе биологической очистки без сорбента эффективность удаления остальных металлов в среднем составила $\bar{X}$ = 25–86 %, при этом удалось достичь рыбохозяйственного ПДК по железу. Применение сорбента с дозой 1 г/л позволило дополнительно выполнить норму по свинцу. Сравнивая эффективность удаления ИТМ в первом цикле сорбционной очистки и в контрольных опытах, следует отметить значительный вклад

Таблица 1

ИТМ	Zn	Mn	Fe _{общ}	Al	Cd	Ni	Cu	Pb
Средние значения контрольных опытов без сорбента								
C _{исх} , мг/л	0,07	0,056	0,659	0,495	0,0008	0,007	0,010	0,001
C _{оч} , мг/л	0,047	0,017	0,095	0,182	0,0002	0,006	0,008	0,006
Э, %	33	70	86	63	72	14	25	29
Результаты сорбционной очистки в трех последовательных циклах								
C _{исх} , мг/л	0,11	0,057	0,957	0,715	0,001	0,007	0,11	0,057
C _{оч1} , мг/л	0,026	0,003	0,071	0,219	0,0003	0,005	0,026	0,003
Э ₁ , %	77	94	93	69	72	39	77	94
C _{оч2} , мг/л	0,031	0,004	0,05	0,175	0,0003	0,007	0,031	0,005
Э ₂ , %	72	92	95	76	70	13	72	92
C _{оч3} , мг/л	0,037	0,005	0,051	0,182	0,0005	0,007	0,037	0,005
Э ₃ , %	66	92	95	75	54	8	66	92
ПДК, мг/л	0,01	0,01	0,1	0,04	0,001	0,01	0,001	0,006

* В качестве целевых норм очистки были приняты ПДК воды водных объектов рыбохозяйственного значения для всех ионов тяжелых металлов, кроме кадмия. Для кадмия принято ПДК в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования, так как оно ниже.

биологической очистки в извлечение *Mn*, *Fe*, *Al* и *Cd* и значительно меньший по *Zn*, *Ni*, *Cu* и *Pb*. В целом, прослеживается тенденция снижения эффективности очистки от первого цикла к третьему. При этом концентрации металлов в очищенной воде C_{оч} в опытах с сорбентом после проведения трех циклов были ниже, чем без сорбента по всем металлам, кроме никеля (удаление никеля было более эффективным по сравнению с контрольным опытом только в первом цикле). Таким образом, показано, что сорбционная емкость сорбента после первых двух циклов не была исчерпана, однако введение его в биореактор в количестве 1 г/л оказалось недостаточным для очистки сточных вод от ИТМ до рыбохозяйственных ПДК.

Во второй серии опытов доза сорбента, используемого на стадии биологической очистки,

была увеличена. В каждом опыте реактор заново заполняли активным илом в количестве 2,5 л из иловой камеры городских сооружений и новой порцией сточной воды объемом 2,5 л. Результаты второй серии опытов представлены в табл. 2.

Оказалось, что в исходной сточной воде концентрации никеля и свинца, а в первом опыте и кадмия, изначально не превышали ПДК. Дозирование 1 г/л сорбента в активный ил (повтор первого опыта первой серии) также позволило достичь ПДК по марганцу и железу. Увеличение дозы сорбента до 5 г/л повысило степень извлечения всех металлов, кроме никеля. При дозировке 10 г/л сорбента концентрации всех металлов в очищенной воде дополнительно снизились или остались практически без изменения по сравнению с предыдущим

Таблица 2

Доза, г/л	ИТМ	Zn	Mn	Fe _{общ}	Al	Cd	Ni	Cu	Pb
1	C _{исх} , мг/л	0,11	0,057	0,957	0,715	0,001	0,008	0,019	0,001
	C _{оч} , мг/л	0,026	0,003	0,071	0,219	0,0003	0,005	0,016	0,001
	Э, %	76,6	94,2	92,6	69,4	72	39	19,7	30
5	C _{исх} , мг/л	0,096	0,052	0,74	0,694	0,002	0,008	0,014	0,004
	C _{оч} , мг/л	0,018	0,002	0,05	0,203	Отс.	0,005	0,007	0,002
	Э, %	81,5	96,2	93,2	70,7	100	34,6	47,9	42,9
10	C _{исх} , мг/л	0,085	0,045	0,855	0,554	0,003	0,002	0,012	0,006
	C _{оч} , мг/л	0,008	0,002	0,039	0,17	0,0001	0,001	0,001	0,002
	Э, %	90,9	95,6	95,4	69,3	96,7	63,2	92,4	72,4

опытом. В результате были достигнуты ПДК по всем металлам, кроме алюминия. Однако столь высокие дозы сорбента делают данную технологию неприемлемой из-за высокой стоимости очистки и значительного увеличения количества избыточного ила.

Для поисков решения по снижению доз сорбента был проведен второй этап экспериментов, в котором сорбент дозировали на этапе доочистки в биологически очищенные городские сточные воды. Биологическую очистку проводили в экспериментальном SBR. Было выполнено три серии опытов: первая и вторая с дозами 1–10 г/л и третья с дозами 0,25–2 г/л. В третьей серии каждый опыт был повторен дважды. Декантированную в SBR воду в объеме по 0,5 л заливали в стеклянные стаканы, засыпали заданные дозы сорбента и перемешивали магнитной мешалкой в течение 30 мин и еще 30 мин отстаивали, после чего отбирали пробу очищенной воды. В опытах одной серии использовали одну

и ту же исходную воду. Результаты данного этапа представлены на рис. 1.

Анализ графиков рис. 1 показывает, что для исследованного качества исходной биологически очищенной воды ПДК по железу достигается при дозе сорбента 0,25 г/л (рис. 1, г). Для выполнения рыбохозяйственных нормативов по цинку, меди, марганцу и свинцу требуется доза 1 г/л. При этом результаты серии 3 по свинцу на рис. 1, е не показаны, так как исходная и конечные концентрации были менее порога определения 0,001 мг/л. Данные по кадмию и никелю на определение дозы сорбента не влияли, так как их концентрация в исходной воде была ниже ПДК. Зависимость по никелю не приводится, так как его содержание во всех сериях в основном было на уровне точности анализа. Необходимо отметить, что зависимость концентрации алюминия в очищенной воде от дозы сорбента оказалась возрастающей функцией, вероятно из-за перехода содержа-

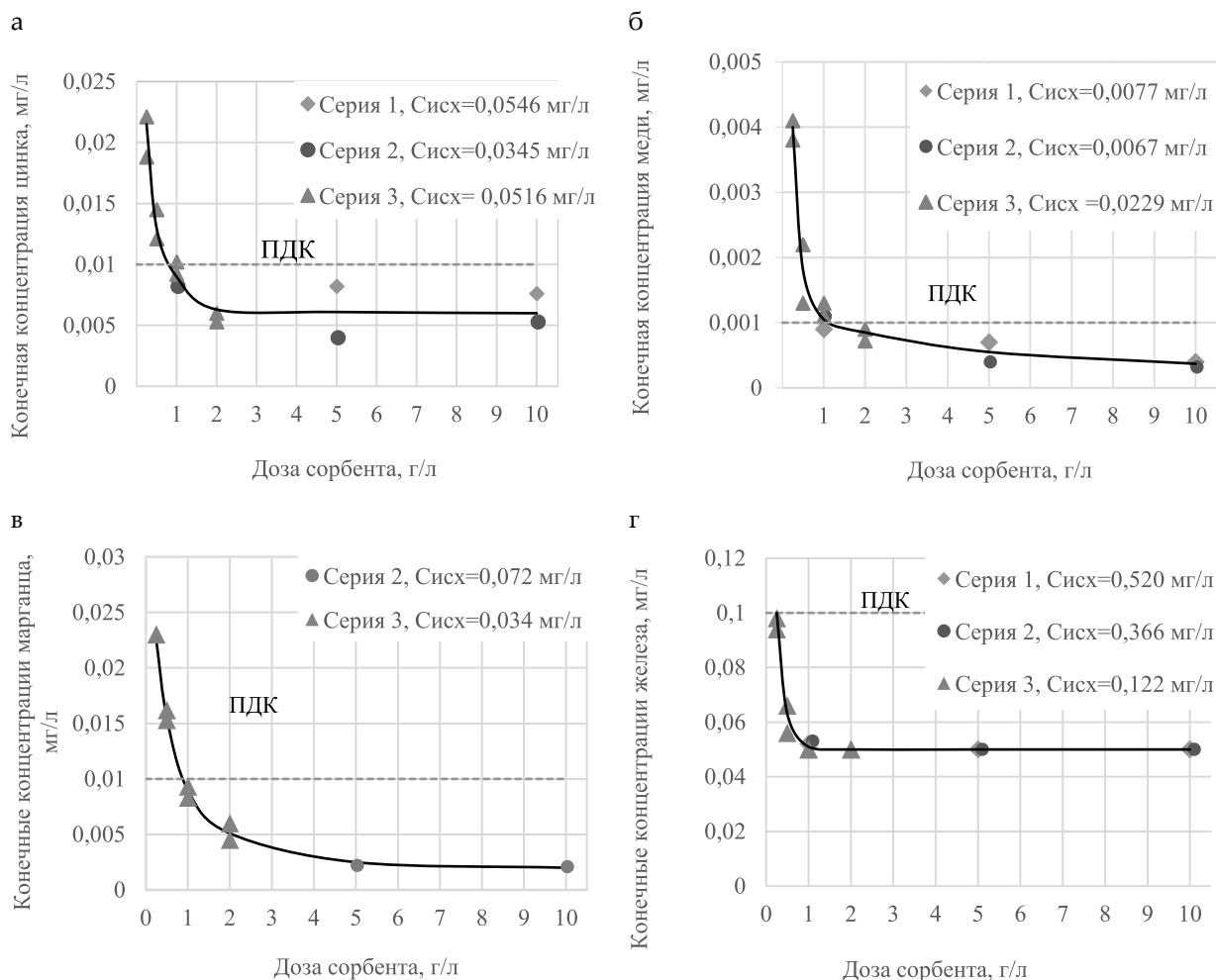


Рис. 1. Влияние дозы сорбента на концентрации ИТМ в очищенной воде, полученные в режиме доочистки: а – цинк; б – медь; в – марганец; г – железо; д – кадмий; е – свинец; ж – алюминий

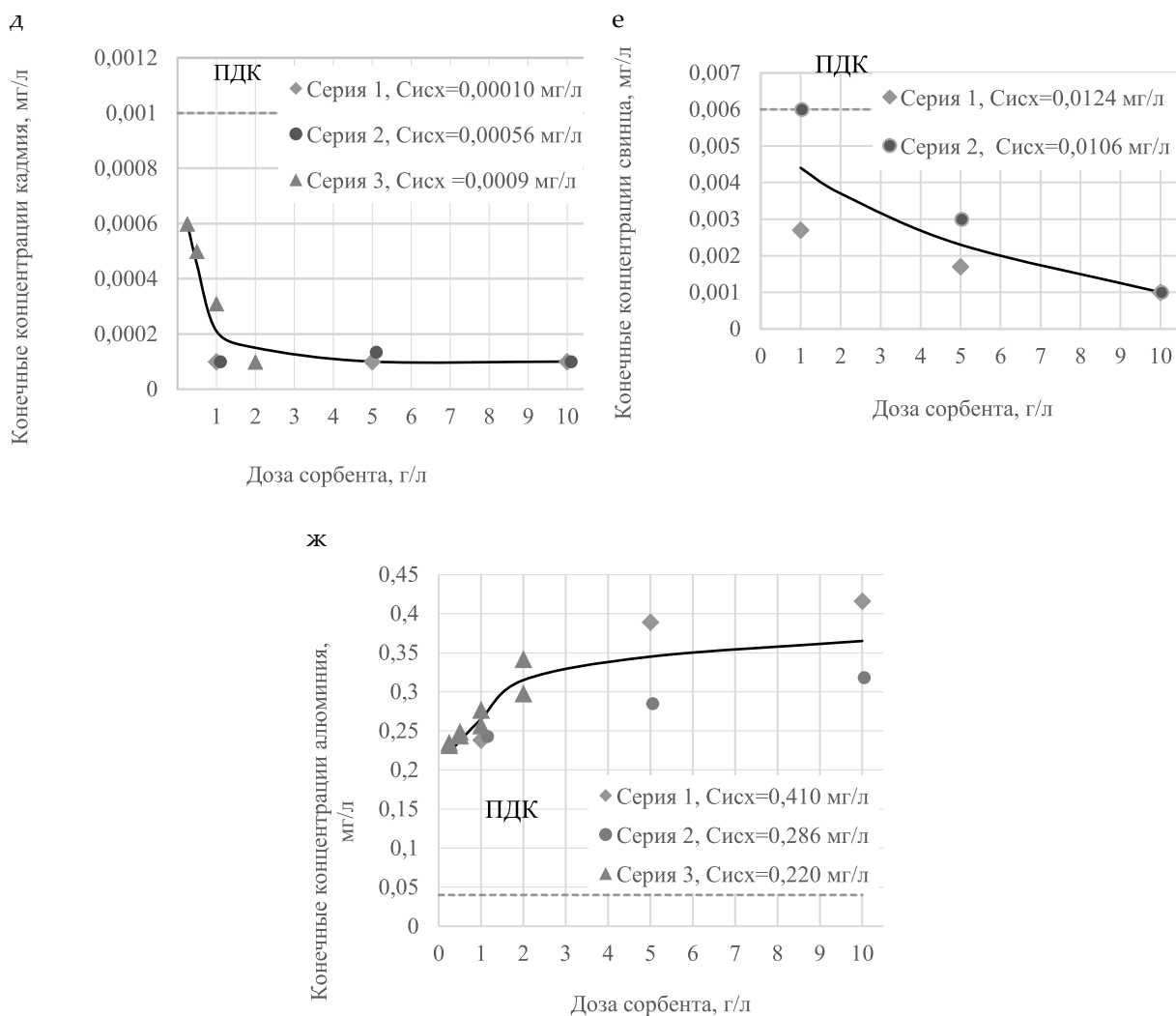


Рис. 1. Окончание

щегося в сорбенте алюминия в раствор. Впрочем, концентрация алюминия при малых дозах сорбента в основном не превышала исходные значения. Таким образом, расчетная доза сорбента при его вводе на этапе доочистки, соответствующая достижению ПДК по рассматриваемым ионам, снизилась с 10 (точка ввода в аэротенк) до 1 г/л.

Для определения влияния коагуляции на эффективность сорбционной доочистки была проведена третья серия опытов. Биологически очищенную воду с концентрацией загрязнений $C_{исх}$ в количестве 5 л заливали в адсорбер-смеситель и вводили сорбент с ранее определенной оптимальной дозой 1 г/л. Контакт осуществляли в течение 30 мин при перемешивании аэрацией. Затем, не выключая аэратор, разливали реакционную смесь объемом по 200 мл в мерные цилиндры (выполнялось по два па-

раллельных опыта) и дозировали коагулянт – 0,5 %-й раствор хлорного железа (III) с дозами 3,3–15 мг/л по металлу. Одна проба была контрольной – в нее реагент не добавляли. После ввода коагулянта проводили быстрое смешивание в течение 10 с и медленное перемешивание – 2 мин. Стадия роста и образования хлопьев длилась 10–15 мин, стадия осаждения – 20 мин. Пробы отбирались из надосадочного слоя через 30 мин после ввода коагулянта. Результаты третьего этапа представлены на рис. 2, контрольный опыт на графиках соответствует дозе реагента, равной нулю.

Опыт с сорбционной очисткой без коагулянта (контрольный) в основном подтвердил полученные на втором этапе исследований результаты: концентрации меди, железа, свинца, кадмия и никеля в очищенной воде были ниже ПДК. Отметим, что исходная концентрация (до

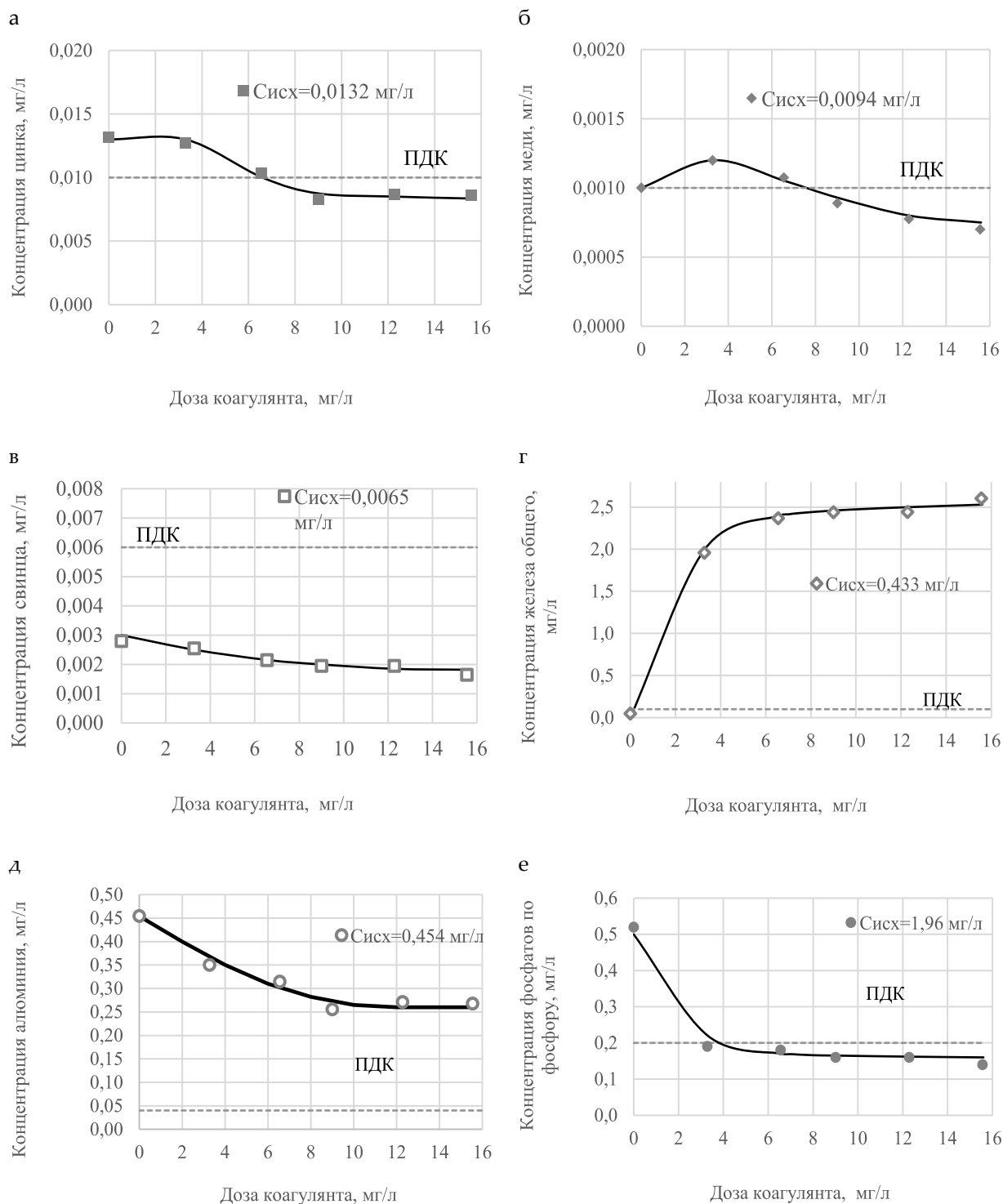


Рис. 2. Зависимость качества очищенной воды от дозы коагулянта при дозе сорбента 1 г/л:
а – цинк; б – медь; в – свинец; г – железо общее; д – алюминий; е – фосфор фосфатов

сорбционной очистки) не превышала рыбохозяйственные нормативы по кадмию и никелю, поэтому зависимости на рис. 2 для них не приводятся. Концентрация цинка в данном опыте

составила 1,32 ПДК. Содержание алюминия повысилось на 4 %, по сравнению с исходной величиной, аналогично третьей серии второго этапа исследований. Введение коагулянта с до-

зой 6–8 мг/л по железу (III) позволило снизить, по сравнению с контрольным опытом, концентрации цинка, меди, свинца, алюминия и фосфатов. При этом дополнительно были выполнены нормы по цинку и фосфатам. Несмотря на почти двукратное снижение концентрации алюминия, ПДК достигнуто не было. Концентрация железа в очищенной воде значительно увеличилась за счет введения солей железа с реагентом. Таким образом, результаты третьего этапа позволяют рекомендовать использование коагулянтов на этапе доочистки сорбцией только при необходимости химического удаления фосфора.

Выводы. 1. Применение нового сорбента на основе глин на стадии биологической очистки потребовало введение дозы 10 г/л для удаления ионов тяжелых металлов из городских сточных вод до ПДК водоемов рыбохозяйственного значения. Нормативы были достигнуты по цинку, марганцу, железу общему, кадмию, никелю, меди и свинцу, но не были выполнены по алюминию.

2. При использовании предлагаемого сорбента на этапе доочистки, доза сорбента, необходимая для достижения рыбохозяйственных ПДК, снизилась до 1 г/л. ПДК были достигнуты по всем ИТМ, кроме алюминия. Применение коагулянта в технологии сорбционной доочистки существенного эффекта не дало.

3. Проведенные исследования показали, что предлагаемый сорбент позволяет обеспечить очистку городских сточных вод до рыбохозяйственных ПДК по ионам тяжелых металлов. Однако высокие дозы сорбента затрудняют применение данного метода для доочистки городских сточных вод. Новый сорбент пер-

спективен для доочистки производственных сточных вод с более высокими исходными концентрациями и, как правило, менее строгими нормативами допустимого сброса.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Степанов С.В., Панфилова О.Н., Абдугаффарова К.К. Доочистка сточных вод от ионов тяжелых металлов новым сорбентом на основе модифицированных глин // Водоснабжение и санитарная техника. 2018. № 1. С. 46–50.
2. Stepanov S., Panfilova O. Removal of Heavy Metal Ions with Clay-Based Sorbent // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019. V. 272.
3. Степанов С.В., Панфилова О.Н., Абдугаффарова К.К. Физико-химические свойства нового сорбента на основе глин // Градостроительство и архитектура. 2019. Т. 9, № 1. С. 52–56. DOI: 10.17673/Vestnik.2019.01.9.

REFERENCES

1. Stepanov S. V., Panfilova O. N., Abdugaffarova K. K. Post-Treatment of wastewater from heavy metal ions with a new sorbent based on modified clays. *Vodospabzheniye i sanitarnaya tekhnika* [Water Supply and Sanitary Engineering], 2018, no.1, pp. 46-50. (in Russian)
2. Stepanov S., Panfilova O. Removal of Heavy Metal Ions with Clay-Based Sorbent. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, V. 272. Available at: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/272/2/0222480> (accessed 1 June 2019).
3. Stepanov S. V., Panfilova O. N., Abdugaffarov K. K. Physico-chemical properties of the new sorbent on the basis of sand. *Gradostroitel'stvo i Arkhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2019, vol. 9, no 1, pp. 52-56. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2019.01.9

Об авторе:

ПАНФИЛОВА Ольга Николаевна

аспирант кафедры водоснабжения и водоотведения Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: samolisgsy@yandex.ru

PANFILOVA Olga N.

Postgraduate student of the Water supply and Wastewater Chair Samara State Technical University Academy of Architecture and Civil Engineering 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244 E-mail: samolisgsy@yandex.ru

Для цитирования: Панфилова О.Н. Доочистка городских сточных вод от ионов тяжелых металлов с использованием новых сорбционных материалов // Градостроительство и архитектура. 2020. Т. 10, № 2. С. 22–28. DOI: 10.17673/Vestnik.2020.02.4.

For citation: Panfilova O.N. Treatment of Urban Waste Water from Ions of Heavy Metals by Using New Sorption Material. *Gradostroitel'stvo i arkhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2020, Vol. 10, no. 2, Pp. 22–28. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2020.02.4.

С. Ш. САЙРИДДИНОВ**ОБ ОСОБЕННОСТЯХ РАСЧЕТА ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ
ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ
ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ****ABOUT FEATURES OF WATER CONSUMPTION CALCULATION
WHEN DESIGNING WATER SUPPLY SYSTEMS OF HIGH-RISE BUILDINGS**

Рассматриваются гидравлические и технологические особенности расчета водопотребления при проектировании систем водоснабжения высотных зданий с целью повышения эффективности подачи и распределения воды в заданном проектируемом объекте. Приводятся основные критерии работы систем водоснабжения высотных зданий в соответствии с современными требованиями нормативных документов. Обосновывается технологическая потребность и выполнен эксплуатационный, технологический и технико-экономический анализ применимости методов определения расходов воды для повышения эффективности работы систем водоснабжения высотных зданий. Указаны преимущества и недостатки методов определения расходов внутреннего водоснабжения.

Ключевые слова: водоснабжение, система водоснабжения, внутренний водопровод, высотное здание, система водоснабжения высотных зданий, водопотребление, расчетные расходы

This article discusses the hydraulic and technological features of calculating water consumption when designing water supply systems for high-rise buildings in order to increase the efficiency of water supply and distribution in a given projected object. The basic criteria for the operation of water supply systems for high-rise buildings in accordance with modern requirements of regulatory documents are given. The technological need is justified and completed operational, technological and feasibility analysis of the applicability of methods determination of water consumption to improve the efficiency of water supply systems of high-rise buildings. Advantages and disadvantages of methods for determining the cost of internal water supply performed by various research and design institutes are indicated.

Keywords: water supply, water supply system, internal water supply, high-rise building, high-rise building water supply system,, water consumption, estimated costs

Высокое качество систем водоснабжения высотных зданий (СВВЗ) обусловлено полной соответствия предъявляемым к водопроводам требованиям, правильным определением расчетных расходов, оптимальным выбором труб на основании гидравлических расчетов. Нормативные расходы определяют в соответствии с СП 30.13330.2012 «Внутренний водопровод и канализация зданий», СП 31.13330.2012 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения» и СТО 024947335.02-01-2006 «Внутренний водопровод и канализация зданий».

Согласно [1] определение социального статуса систем водоснабжения в технических регламентах и детализация его в нормативно-правовых документах (Водный кодекс, Закон о питьевой воде, ГОСТы, СНИПы, СП, различные положения и методики) позволят создать единый государственный подход к этой системе жизнеобеспечения и обеспечить комплексную безопасность высотных зданий. При проектировании уникальных высотных зданий с высо-

кой степенью риска необходимо очень четко сформулировать требования к системам водоснабжения, как этого требует СНиП 10.01-94 «Система нормативных документов в строительстве. Основные положения».

В соответствии с социальной значимостью водопровод можно определить как систему жизнеобеспечения человека и производства, предназначенную для подачи потребителям необходимого количества воды требуемого качества бесперебойно в течение всего срока эксплуатации при минимальных ущербах здоровью населения и окружающей среде [2–4]. В этой связи основным критерием работы СВВЗ является обеспечение потребителя водой в количестве, равном его потребности, $q_{\text{потр}}$. Второй критерий с точки зрения экологии – это количество воды, изъятое из природных ресурсов, $q_{\text{прир}}$. Данную величину можно вычислить из уравнения водного баланса [5]:

$$q_{\text{прир}} = q_{\text{потр}} - q_{\text{пот}} \quad (1)$$

где $q_{\text{пот}}$ – потери воды, л.

Соотношение $q_{\text{прир.}}$ и $q_{\text{потр.}}$ характеризует рациональность использования природного ресурса, а именно комплексную оценку эффективности системы водоснабжения в условиях интенсивного развития народного хозяйства, экономии природных ресурсов и внесения наименьших изменений в окружающую среду [5], т. е.:

$$K_{\text{рац}}^{\text{во}} = \frac{q_{\text{прир.}}}{q_{\text{потр.}}} \quad (2)$$

В соответствии с концепцией бесперебойного обеспечения потребителя водой при минимальных строительных затратах, системы рассчитывают только на предельный режим работы, продолжительность которых крайне незначительна по сравнению с длительным периодом эксплуатации трубопроводов системы водоснабжения (25–50 лет).

Важные эксплуатационные параметры (нормы расхода холодной и горячей воды) для технико-экономической оценки проектов даны в СНиП 2.04.01–85* «Внутренний водопровод и канализация зданий» как справочные (не расчетные). Они соответствуют осредненным условиям эксплуатации и включают потери воды до 25 %, которые определяются сложившимися условиями эксплуатации, конструкцией и качеством серийной водоразборной арматуры (смесителей, поплавковых клапанов смывных бачков и т. д.).

Такой подход к проектированию сформировался во время интенсивного развития строительства, требовавшего быстрых и дешевых технических решений, главным критерием совершенства которых являлись минимальные материалоёмкость и сметная стоимость. В результате стали повсеместно применяться системы внутреннего водоснабжения с оборудованием низкого качества и, соответственно, со значительными потерями воды, а прогрессивные водосберегающие системы до сих пор находятся на стадии экспериментального проектирования.

Методика определения расчетных расходов, отвечающая современной концепции, должна выделять технологическую потребность (полезные расходы) и потери воды, которые складываются из утечек, нерациональных расходов и сливов. Логическая (качественная) оценка процесса фактического водопотребления показывает, что технологическая потребность во внутреннем водоснабжении является случайной величиной, зависящей от количества потребителей U , режима работы (жизни), числа приборов N и вида санитарно-технического оборудования, частоты и продолжительности пользования оборудованием, секундного, часового, суточного расходов,

необходимых для удовлетворения хозяйственных и гигиенических процедур, требований к бесперебойности подачи воды (обеспеченности P). Технологическая потребность неравномерна в течение суток. Она реализуется через включение водоразборных точек (приборов) внутреннего водоснабжения в определенные периоды суток (рис. 1).

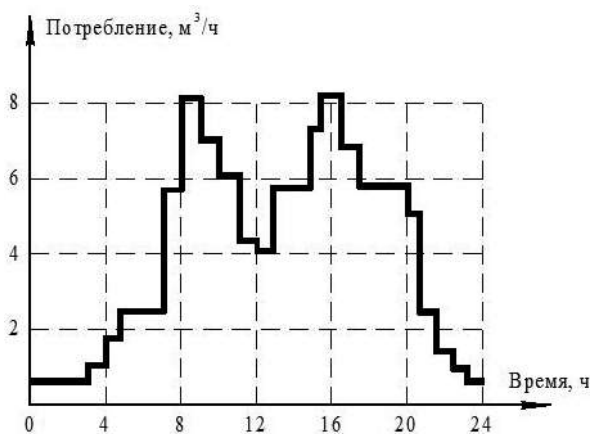


Рис. 1. Суточный график водопотребления

В системах внутреннего водоснабжения технологическая потребность проявляется в виде определенных расходов, которые должны проходить по расчетным сечениям трубопроводов. Как любая случайная величина, она изменяется в интервале около среднего значения q . Величина отклонения от среднего, обусловленная случайной составляющей процесса, зависит от числа приборов (потребителей), расхода одного прибора $q_{\text{ор}}$, относительной продолжительности пользования прибором — вероятности его действия P . При малом числе приборов случайная составляющая (отклонение) значительно больше среднего значения. При увеличении числа приборов доля случайной составляющей уменьшается, а доля среднего значения увеличивается. При бесконечно большом числе потребителей случайная составляющая будет равна нулю.

Расход одного прибора может изменяться в пределах от 0,07 до 1,6 л/с в зависимости от назначения и вида санитарно-технического прибора. При одном потребителе технологический расход равен расходу прибора. При большем числе потребителей из всех установленных на системе приборов N в определенный момент включается только их часть, так как потребность в воде у различных потребителей не совпадает во времени. Поэтому технологические расходы меньше, чем сумма расходов отдель-

ных приборов. При увеличении числа приборов относительное количество включенных приборов уменьшается и влияние секундного расхода сокращается. Увеличение продолжительности использования ведет к возрастанию числа одновременных пользований и, соответственно, к увеличению технологических расходов в системе.

Нерациональные расходы воды возникают, когда из труб подается больше воды, чем требуется для технологических процедур. Нерациональные расходы зависят от характеристик водоразборной арматуры (подача воды только в те периоды, когда она необходима), избыточного давления перед арматурой. Во времени они совпадают с технологическим водопотреблением и изменяются незначительно в процессе эксплуатации.

Сливы воды возникают при нарушении качественных показателей воды: снижение температуры горячей воды, увеличение цветности, появление запаха, привкуса и т. п. Они обусловлены нарушением технологических режимов нагрева, подготовки, хранения воды и предшествуют по времени проведению технологических процедур. Соотношение составляющих водопотребления значительно изменяется в течение суток: в часы максимального водопотребления преобладает технологическое водопотребление, в часы минимального – потери. В среднем суточном водопотреблении величина потерь значительно выше, чем в часы максимума.

Существует несколько зарекомендовавших себя на практике методик определения расходов [6, 7]. Одна из них, подтвержденная многолетним опытом проектирования систем водоснабжения, разработана НИИ санитарной техники, ЦНИИЭП инженерного оборудования, МосжилНИИпроектом и МРГСИ. Эта методика основана на большом экспериментальном материале (более 250 объектов), учитывает более 15 факторов и хорошо согласуется с данными отечественных и зарубежных исследований. В этой модели водопотребление в период максимальной нагрузки и в остальные часы суток связано в единое целое коэффициентом часовой неравномерности $K_{\text{ч}}$. Для периода максимальной нагрузки выведены основные закономерности случайного процесса водопотребления. На начальных участках он дискретен [6] (рис. 2, кривая 3). На основе исследований НИИ санитарной техники, ЦНИИЭП инженерного оборудования, МГСУ им. В. В. Куйбышева, МосжилНИИпроекта создана теоретическая модель водопотребления, подтвержденная многочисленными отечественными и зарубежными исследованиями. На основе модели раз-

работана методика [8] определения суточных, часовых, секундных расходов в зависимости от вида, количества потребителей, заселенности квартир, типа и количества водоразборной арматуры и оборудования, давления в водопроводной сети, срока ее эксплуатации. Кафедрой водоснабжения МГСУ разработаны программы для реализации этой методики.

По мере увеличения числа потребителей водопотребление превращается в непрерывный процесс (рис. 2, кривая 3–5), который описывается законом нормального распределения. На основании исходных данных ($q_i; t_i, P_i N_i$) и законов распределения, наиболее близких к фактическому процессу водопотребления, модель позволяет определять расчетные расходы с заданной обеспеченностью. Получается, что при одном потребителе расход в системе равен расходу прибора $q_{\text{п}}$, случайная составляющая (относительно средней) максимальна. Увеличение числа приборов (потребителей) ведет к уменьшению доли случайной составляющей. При среднем числе приборов (от 100 до 10000) расход зависит от вероятности действия и количества приборов. Если число приборов превышает 10000, происходит значительное осреднение расходов и средние расходы составляют основную часть (80–90 %) расчетных расходов.

Нерациональные расходы в системе могут быть оценены в зависимости от давления в трубопроводах. Утечки воды являются постоянной величиной в час наибольшего водопотребления и включают в себя также средний расход, что еще больше увеличивает их долю в расчетных расходах. Утечки определяют в зависимости от давления в системе и срока службы арматуры. Модель дает возможность определить расчетные расходы в зависимости от давления (этажности) здания и секундного расхода одного прибора. Водопотребление в течение суток в этой модели представлено ранжированными и интегральными графиками водопотребления. Преимущества и недостатки указанной методики представлены в таблице (графы 1, 2).

Для возможности использования модели в практике проектирования была предложена упрощенная модель, которая положена в основу СНиП 2.04.01–85*. В данной модели количество факторов уменьшено до пяти, а остальные приняты постоянными для средних по стране условий водопользования. Это позволило сократить возможности модели и решить основную проектную задачу: определять максимальные (расчетные) секундные и часовые расходы, по которым будут в дальнейшем подбираться диаметры труб, типы соединительных деталей, способы их соединения и виды санитарно-технических приборов и оборудования.

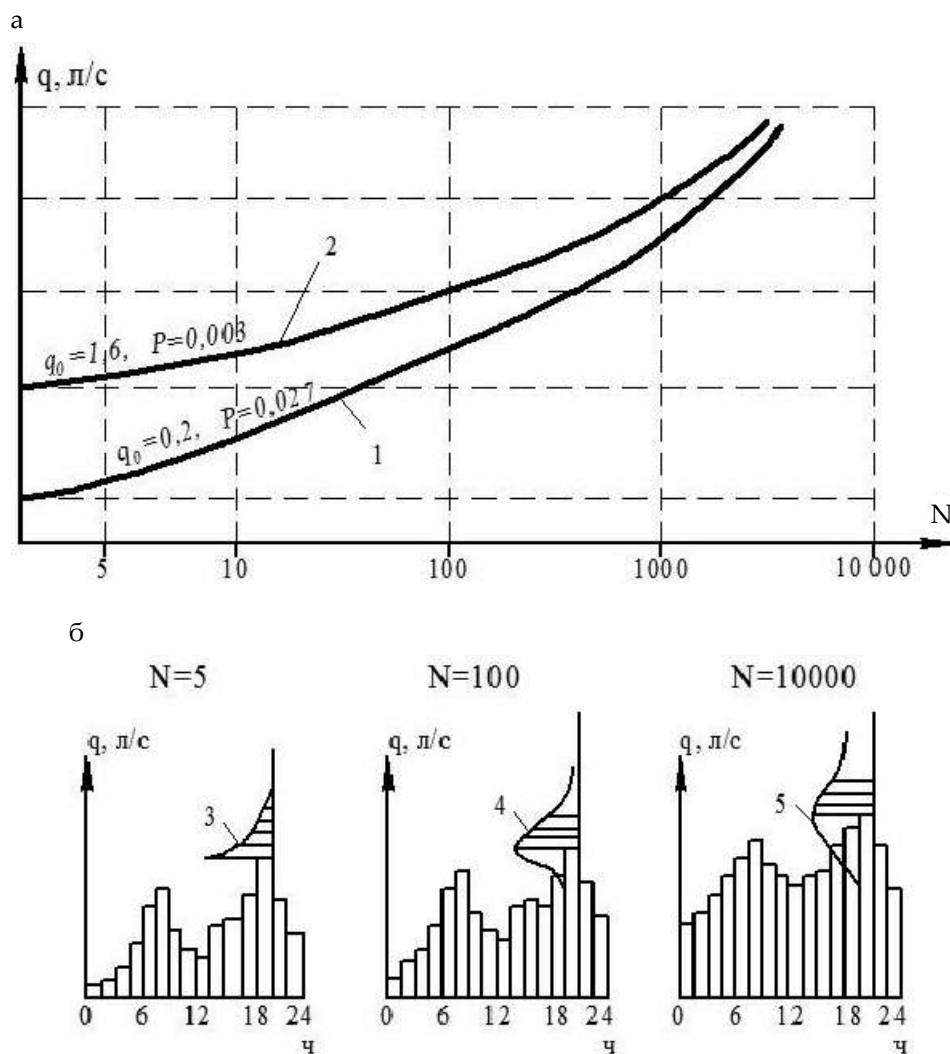


Рис. 2. Расходы в часы максимального водопотребления:
 а – максимальные расходы; б – суточные (осредненные) графики водопотребления;
 1 – наименьший секундный расход; 2 – наибольший секундный расход;
 3–5 – распределение случайных отклонений расходов в час наибольшего водопотребления

Другая практическая методика разработана в МосводоканалНИИпроекте. Она базируется на статистической обработке общих графиков водопотребления, измеренных на водопроводных вводах. Предполагается рассматривать общее водопотребление (технологическое и потери) как сумму двух процессов, двух составляющих: детерминированной, учитывающей периодический характер измерения расходов в соответствии с ритмом деятельности потребителей (осредненный график водопотребления), и случайной, учитывающей случайные отклонения от детерминированного расхода. Исходными данными (параметрами) приняты удельный средний за год расход воды q и количество потребителей (приборов) N . При разработке методики была получена эмпирическая

зависимость между величиной дисперсии расхода (отклонением от среднего значения) и исходными данными для различных временных интервалов на основе обработки экспериментальных данных. С учетом нормального закона распределения вероятностей случайных расходов (а на начальных участках – усеченный нормальный) найдены функции распределения расходов при рассчитанной дисперсии D . Из этих функций по заданной обеспеченности находят в дальнейшем расчетные расходы для временных интервалов различной продолжительности (сутки, час и менее). Преимущества и недостатки указанной методики представлены в таблице (графы 5, 6).

Принятое авторами положение МосводоканалНИИпроекта об однозначной связи

Сравнительный анализ методов определения расходов воды

НИИ санитарной техники, ЦНИИЭП инженерного оборудования, МосжилНИИпроект и МРГСИ		НИИКВОВ АКХ		МосводоканалНИИпроект	
1	2	3	4	5	6
Преимущества	Недостатки	Преимущества	Недостатки	Преимущества	Недостатки
• Универсальность • Большое количество учитываемых факторов • Возможность выделить составляющие процесса водопотребления, в т. ч. потери воды • Возможность оценивать новые водосберегающие технические решения, что позволяет проектировщику осуществлять многовариантный расчет для выбора наиболее оптимального по затратам водо – и энерго-ресурсов	• Отсутствие зависимостей по сливу недогретой или остывшей воды при разрегулированной циркуляции горячего водоснабжения • Использование осредненного давления (на вводе в здание) • Невозможность табулирования всех многовариантных расчетов (вторая сторона преимущества), ведущая к их усложнению	• Выделение полезных расходов и потерь • Возможность оценки осредненного полезного водопотребления и потерь, качества эксплуатации систем и эффективности различных проектных решений	• Невысокая точность определения расходов • Отсутствие данных отдельно по холодной и горячей воде • Невозможность применения к зданиям других типов • Отсутствие учета динамики водопотребления при износе системы и в зависимости от качества санитарно-технического оборудования	• Универсальность • Небольшое количество исходных данных • Простота исполнения, сопоставимая с номограммами СНиП 2.04.01-85* • Универсальность методики, по мнению авторов, заключается в том, что позволяет определить расчетные расходы во всех типах зданий, наружной и внутренней системах водоснабжения, а также потери давления и затраты электроэнергии	• Удельный средний расход за год включает значительные потери воды, которые невозможно отделить от полезного расхода, оценить новые технические решения по экономии воды с ее помощью принципиально невозможно • Принятое авторами положение об однозначной связи дисперсии и удельного расхода противоречит фактическому процессу водопотребления

дисперсии и удельного расхода противоречит фактическому процессу водопотребления. Например, среднему расходу 5,5 л / (чел.ч) или 135 л / (чел.сут) могут соответствовать потери от 0,5 до 15 л / (чел.ч) (утечка через один смывной бачок), а суммарные расходы будут изменяться от 6,0 до 25,5 л / (чел.ч), т. е. более чем в 4 раза. При этом дисперсия, определяемая в основном технологическим расходом, практически не изменится. Более того, может быть и обратная ситуация: одному расходу – 5,5 л / (чел.ч) соответствуют различные дисперсии — коэффициенты часовой неравномерности: в жилых зданиях – 1,5–2,0, в общественных – 2,0–2,5, а в бытовых помещениях промышленных предприятий – 2,5–3,0.

Вызывает сомнение универсальность математической модели и методики, так как экспериментальные материалы, положенные в их

основу, в подавляющем большинстве (80 %) относятся к жилым зданиям (наиболее изученным). Поэтому достоверность методики и возможность ее использования для описания водопотребления обоснованы только для этого вида зданий или других зданий, имеющих аналогичные санитарно-техническое оборудование и режим эксплуатации. Для других типов зданий (их более 40 наименований), с существенно отличающимися режимами работы и характеристиками оборудования, потребуются дополнительные обширные исследования процесса водопотребления для выявления зависимости дисперсий от удельного расхода в каждом типе зданий.

Отмеченные недостатки вместе с минимальным количеством учитываемых факторов (два) привели к значительному огрублению модели и снижению точности описания процесса

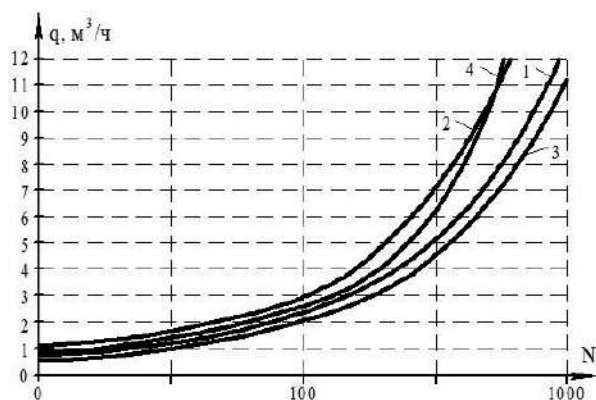


Рис. 3. Сравнение расчетных расходов, вычисленных по различным методикам:

1 – методика СНиП 2.04.01-85; 2 – расширенная методика СНиП 2.04.01-85* при давлении в сети 0,65 МПа и сроке эксплуатации 10 лет; 3 – расширенная методика СНиП 2.04.01-85* при давлении в сети 0,32 МПа и сроке эксплуатации один год; 4 – методика МосводоканалНИИпроекта

до такой степени, что на начальных участках расчетные расходы получились меньше расхода одного прибора (рис. 2, кривая 4) [6] что противоречит фактическому водопотреблению.

Кроме того, занижение расчетных расходов на этих участках может привести к нарушению гидравлической устойчивости системы, особенно в зданиях с централизованной системой горячего водоснабжения. При этом будет происходить резкое снижение давления перед водоразборной арматурой при открытии дополнительных приборов, что приведет к резким колебаниям расхода и температуры воды, выходящей из смесителей. Для устранения этого недостатка авторы [6] предлагают прибавлять к вычисленному значению секундный расход прибора, что является искусственным приемом приближения модели к фактическому процессу, снижает точность расчетов и экономичность проектов.

При большом числе потребителей, когда процесс требуется описывать теми же законами, что и в методике СНиП 2.04.01-85, наблюдается завышение расходов (рис. 3) [6]. Это происходит потому, что в расчетные расходы включены потери воды, возрастающие из-за повышения среднего давления в сетях водоснабжения, протяженность которых увеличивается с ростом числа потребителей. Наличие значительных потерь воды в удельных средних за год расходах приводит к повышенным расходам в трубопроводе холодного водоснабжения (рис. 3, кривая 4), в котором имеются большие утечки через поплавковые клапаны. Однако такой подход «узаконивания» потерь воды (вместо их устранения) не может быть принят.

Еще одна методика, разработанная НИИКВОВ АКХ, позволяет вычислить суточные расходы (на вводах в здание) в зависимости от степени благоустройства зданий, величины удельного часового ночного расхода для средней заселенности квартир. В методике произведена качественная оценка процесса водопотребления, выделены основные факторы, определяющие водопотребление, и на основе статистической обработки суточных графиков водопотребления (457 объектов) определены коэффициенты регрессии для каждого из вышеперечисленных факторов. Преимущества и недостатки указанной методики представлены в таблице (графы 3, 4).

Выводы. Выполненные научные исследования по особенностям расчета водопотребления при проектировании систем водоснабжения высотных зданий в заданном проектируемом объекте позволяют сделать следующие выводы:

- выполнен эксплуатационно-технологический анализ применимости методов определения расходов воды для повышения эффективности работы систем водоснабжения высотных зданий;
- указаны преимущества и недостатки методов определения расходов внутреннего водоснабжения, выполненных различными научно-исследовательскими и проектными институтами;
- обосновываны технологическая потребность (полезные расходы) и потери воды, которые складываются из утечек, нерациональных расходов и сливов, и указана логическая оценка процесса фактического водопотребления;
- отмечено, что методика определения расчетных расходов, отвечающая современной концепции, должна выделять технологическую потребность, проявляющуюся в виде определенных расходов, которые должны проходить по расчетным сечениям трубопроводов, и являющуюся случайной величиной, и как любая случайная величина она изменяется в интервале около среднего значения q ;

– установлено, что точность определения расчетных расходов и соответственно оптимальный выбор диаметров и материалов труб обеспечивают предъявляемые нормативные требования к водопроводам, гарантируют гидравлические, эксплуатационные и технологические надежности систем водоснабжения высотных зданий (СВВЗ).

Указанные выводы позволяют проектировщикам выполнить гидравлические и технологические расчеты водопотребления с целью повышения эффективности подачи и распределения воды при проектировании систем водоснабжения высотных зданий в заданном проектируемом объекте.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Исаев В.Н., Никонов С.А., Мхитарян М.Г. Водоснабжение и водоотведение высотных зданий // Сантехника. 2004. № 6. Ч. 2. С. 8.

2. Сайриддинов С.Ш. Особенности проектирования и эксплуатации систем водоснабжения высотных зданий // Градостроительство и архитектура. 2017. № 2. С. 38–47. DOI: 10.17673/Vestnik.2017.02.7.

3. Сайриддинов С.Ш. Гидравлические и технологические основы эксплуатации систем водоснабжения в условиях Поволжья // Вектор науки. ТГУ. 2015. № 3–1 (33–1). С. 106–115.

4. Исаев В.Н., Мхитарян М.Г., Пупков М.В. Методика определения расчетных расходов воды во внутреннем водопроводе // Сантехника. 2005. № 4. С. 46–50.

5. Исаев В.Н., Мхитарян М.Г., Пупков М.В. Структура нормативов системы водоснабжения // Сантехника. 2005. № 5. С. 4.

6. Исаев В. Н., Мхитарян М. Г. Анализ методик определения расходов во внутреннем водопроводе // Сантехника. 2003. № 5. С. 6–11.

7. Исаев В.Н. Реформирование нормативной базы систем водоснабжения // Сантехника. 2005. № 2. С. 2.

8. Сокращение потерь воды во внутреннем водопроводе жилых зданий // Обзорная информация ИЭМЖКХ. Серия «Водоснабжение и канализация». 1989. Вып. 5 (78). С. 6–11.

3. Sayriddinov S.Sh. Hydraulic and technological fundamentals of operation of water supply systems in the Volga region. *Vektor nauki* [Vector of science], 2015, no. 3-1 (33-1), pp.106-115. (in Russian)

4. Isaev V.N., Mkhitaryan M.G., Pupkov M.V. Methodology for determining the estimated flow rates of water in the internal water supply. *Santekhnika* [Plumbing], 2005, no. 4, pp. 46-50. (in Russian)

5. Isaev V.N., Mkhitaryan M.G., Pupkov M.V. The structure of the standards of the water supply system. *Santekhnika* [Plumbing], 2005, no. 5. (in Russian)

6. Isaev V.N., Mkhitaryan M.G. Analysis of methods for determining costs in the internal water supply. *Santekhnika* [Plumbing], 2003, no. 5, pp. 6-11. (in Russian)

7. Isaev V.N. Reforming the regulatory framework for water supply systems. *Santekhnika* [Plumbing], 2005, no. 2. (in Russian)

8. Reducing water losses in the domestic water supply of residential buildings. Overview information. *Seriya «Vodosnabzhenie i kanalizaciya»* [Water supply and sewerage], 1989, Issue. 5 (78). (in Russian)

REFERENCES

1. Isaev V.N., Nikonov S.A., Mkhitaryan M.G. Water supply and sanitation of high-rise buildings. *Santekhnika* [Plumbing], 2004, no. 6. (in Russian)

2. Sayriddinov S.Sh. Features of the design and operation of water supply systems for high-rise buildings. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2017, no. 2, pp. 38-47. (in Russian)

Об авторе:

САЙРИДДИНОВ Сайриддин Шахобович
кандидат технических наук,
доцент центра инженерного оборудования,
профессор Российской академии естественных наук
Тольяттинский государственный университет
Архитектурно-строительный институт
445667, Россия, г. Тольятти, ул. Белорусская, 14,
тел. (8482)53-92-65, 53-91-35
E-mail: mrsso@yandex.ru

SAYRIDDINOV Sayriddin Sh.
PhD in Engineering Science,
Associate Professor of the Engineering equipment center,
Professor of the Russian Academy of Natural Sciences
Togliatti State University
Architectural and Construction Institute
445020, Russia, Togliatti i, Belorusskaya str., 14,
tel. (8482)53-92-65, 53-91-35
E-mail: mrsso@yandex.ru

Для цитирования: Сайриддинов С.Ш. Об особенностях расчета водопотребления при проектировании систем водоснабжения высотных зданий // Градостроительство и архитектура. 2020. Т. 10, № 2. С. 29–35. DOI: 10.17673/Vestnik.2020.02.5.

For citation: Sayriddinov S.Sh. About Features of Water Consumption Calculation When Designing Water Supply Systems of High-Rise Buildings. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2020, Vol. 10, no. 2, Pp. 29–35. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2020.02.5.

С. Ю. ТЕПЛЫХ
Д. С. БОЧКОВ
М. В. ВЕСЕЛОВА

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

MATHEMATICAL MODELING OF WATER SUPPLY AND WATER DISPOSAL SYSTEMS

Работа посвящена исследованию особенностей математического моделирования систем водоснабжения и водоотведения. Рассмотренные системы представляют собой сложные системы, состоящие из разветвленных трубопроводных сетей, сооружений, установок и оборудования. При этом работа всех элементов должна быть увязана друг с другом. Рассматриваемая в статье задача является очень сложной в силу наличия большого количества параметров и технологических процессов, происходящих в системах водоснабжения и водоотведения. Поэтому на практике для решения таких задач используются разные виды моделирования, в том числе математическое и потоковое.

The paper is devoted to the study of the features of mathematical modeling of water supply and sanitation systems. These systems are complex systems consisting of branched pipeline networks, structures, installations and equipment. In this case, the work of all elements must be linked to each other. This task is very difficult due to the presence of a large number of parameters and technological processes occurring in water supply and sanitation systems. Therefore, in practice, different types of modeling, including mathematical, are used to solve these problems.

Ключевые слова: математическое моделирование, водоснабжение и водоотведение, моделирование систем

Keywords: mathematical modeling, water supply and sanitation, systems modeling

Для всех систем главное условие – это их ограниченность. Безграничных систем нет, так как при этом утрачивается смысл их систематизации [1, с. 15].

Под системой имеется в виду совокупность взаимодействий и свойств материальных объектов и явлений в заданной или ограниченной области. Любая система характеризуется факторами, для описания которых используются переменные.

Виды систем и их определения приведены в таблице [1, с. 30].

Понятие «моделирование» означает исследование объектов познания с помощью их моделей [2, с. 63]:

– изучение и построение моделей явлений и предметов, реально существующих, среди которых неживые и живые системы, инженерные конструкции, разнообразные процессы (физические, химические, биологические, социальные);

Виды систем

Название системы	Сущность системы
Дискретная	Переменные изменяются скачкообразно, отражают «внешние» факторы и мало зависят от времени
Непрерывная	Переменные изменяются постоянно, отражают «внутренние» изменения и зависят от времени
Регулярная	Совокупность закономерных свойств и взаимодействий
Спорадическая	Совокупность случайных свойств и взаимодействий
Реальная	Совокупность всех материальных факторов
Абстрактная	Совокупность функций факторов

– построение и изучение моделей конструируемых объектов.

Единая классификация видов моделирования трудна в силу многозначности понятия «модель» в науке и технике. Ее можно построить с использованием разных оснований [3, с. 316]:

- по характеру моделей;
- по свойствам моделируемых объектов;
- по сферам приложения моделирования.

В связи с этим любая классификация методов моделирования будет неполной, при этом терминология в данной области опирается не столько на «строгие» правила, сколько на языковые, научные и практические традиции. И чаще всего определяется в рамках конкретного контекста и вне его никакого общепринятого значения не имеет.

Моделирование является формой отражения действительности. Разработанная модель полезна только в случае, когда она достаточно соответствует реальной системе. Чем совершеннее модель, тем ближе она к реальности [1, с. 16].

Моделирование используется для изучения реальных систем. В области водоснабжения и канализации под моделированием понимается моделирование сред, происходящих процессов, инженерных сооружений и оборудования на моделях.

Модель отличается от объектов моделирования своим масштабом или свойствами. В первом случае мы имеем реальные модели, во втором – мнимые модели. Модели в отличие от реальных систем имеют способность воспроизводить их состояние как в разных условиях, так и во времени. В результате открываются большие возможности в получении знаний о реальных системах [4, с. 259].

Главной целью моделирования является сокращение времени и затрат на то, чтобы получить достоверную информацию об объекте изучения. Что касается систем водоснабжения и канализации, то к практическим задачам, которые решаются методами моделирования, относятся следующие [5, с.102]:

- проведение экспертных оценок действующих систем водоснабжения и канализации;
- выполнение прогноза работы систем в новых условиях эксплуатации;
- управление работой систем водоснабжения и водоотведения и технологическими процессами, осуществляемыми в них;
- выполнение инженерно-технологического конструирования новых водопроводных и канализационных сооружений;
- проведение научного изучения водопроводных и водоотводящих систем и технологических процессов;

– осуществление поиска оптимальных технико-экономических решений.

Различают следующие виды моделирования. Предметным называется моделирование, когда исследование проводится на модели, которая воспроизводит основные физические, геометрические, динамические и функциональные характеристики «оригинала». Если модель и натура имеют одинаковую физическую природу, то это физическое моделирование. Знаковое моделирование требует применения схем, графиков, чертежей, графов, формул, слов и предложений. К знаковому моделированию принадлежит математическое или логико-математическое моделирование, осуществляющееся средствами языка математики и логики. Современная форма реализации математического моделирования – моделирование с использованием цифровых электронных вычислительных машин [6, с. 258].

Для решения технологических и теоретических задач разрабатываются модели. Последовательность их создания приведена на рис. 1.

При математическом моделировании всегда стоит вопрос о практической применимости модели. Без ответа на данный вопрос задача о моделировании систем водоснабжения и водоотведения превратится в самоцель, что в конечном итоге поставит под сомнение практическую ценность всего выполняемого системного анализа [7, с. 87].

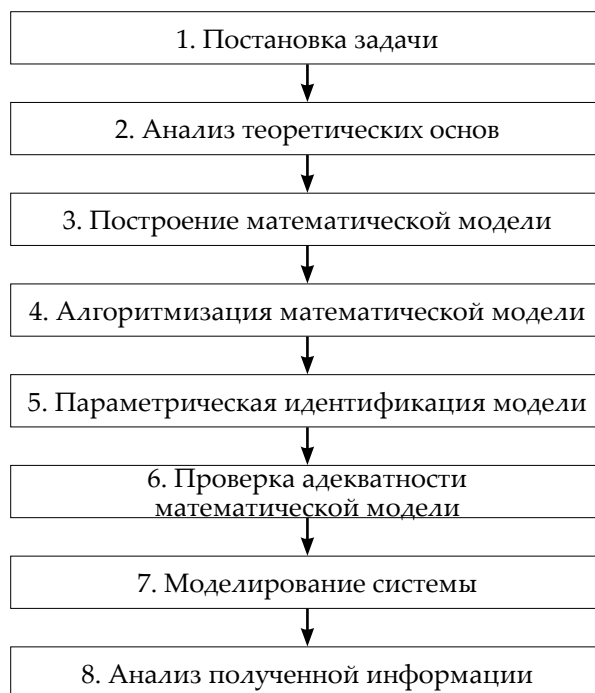


Рис. 1. Последовательность создания математической модели [1, с. 25]

Отбор варианта проектного решения связан с оценкой его эффективности. Это же относится и к выбору режима эксплуатации системы или блока. Влияние изменения внешних условий может оцениваться по зависимости от времени отклика системы или блока. Этим условиям отвечает детерминированная математическая модель [8, с. 36].

Работа с имитатором позволяет выбирать оптимальный режим эксплуатации или оптимальную конструкцию системы. Эксперименты с самим технологическим комплексом или его уменьшенной моделью экономически не оправданны. На их выполнение требуются значительные затраты времени.

Процесс алгоритмизации математической модели приведен на рис. 2.

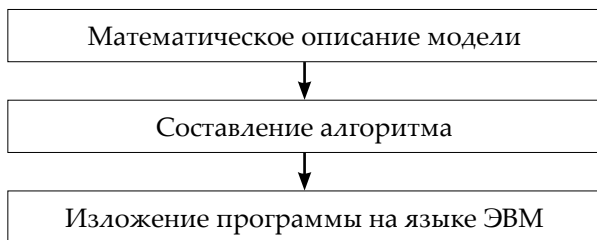


Рис. 2. Процесс алгоритмизации математической модели [1, с. 29]

При выполнении алгоритмизации математической модели самым сложным является составление ее математического описания [9, с. 19].

Ни одна модель не способна отразить оригинал полностью и всесторонне. Чаще всего оказывается, что на практике целесообразно использовать менее «совершенную» модель, отражающую только отдельные черты оригинала и совсем не похожую на оригинал с других точек зрения. В ряде случаев разумно один оригинал моделировать при помощи разных моделей, которые не похожи одна на другую.

Модели, которые записываются уравнениями или системами уравнений, являются наиболее сложными [10, с. 11]. Их сложность зависит от числа уравнений и типа уравнений, которые применяются. Дифференциальные уравнения решаются сложнее алгебраических, а уравнения в частных производных – сложнее обыкновенных дифференциальных уравнений. Заметные сложности наблюдаются при переходе от линейных уравнений к нелинейным. Системы линейных алгебраических или обыкновенных дифференциальных уравнений можно решить аналитически в общем виде, конечно если этих уравнений не слишком много. Наличие нелинейности осложняет процедуру решения [11, с. 120].

Чаще всего сложность или простота математической модели связаны с тем, сколько в нее входит параметров, которые учитывают особенности объекта и отличают его от других объектов [1].

Современные пути к повышению эффективности систем водоснабжения и канализации базируются на конструкции математических моделей сетей, которые дают возможность производить расчеты в статических и динамических режимах. Расчеты всегда связаны с составлением и решением системы дифференциальных и алгебраических уравнений. Также их целесообразно решать численными методами [3, с. 84].

Если проводятся расчеты крупных промышленных систем водоснабжения, то наблюдается ограниченный объем информации по детализации элементов распределительных сетей и потребителей, которая была бы доступна для практического использования. Данной особенностью вызвана нужда в применении специальных способов макро моделирования, не требующих чрезмерной детализации характеристик сети, с достаточной для практического применения точностью [3, с. 125].

В фундаменте построения макро модели системы водоснабжения использованы следующие принципы [12, с. 29]:

- сетевые районы, которые имеют сложную схему сетевых соединений, содержащие большое количество относительно маломощных потребителей, рассматриваются как единый эквивалентный потребитель;
- потребители, подключенные напрямую к магистральной сети, рассматриваются как таковые;
- при необходимости наиболее тщательного рассмотрения параметров гидравлических режимов внутри отдельных сетевых районов может быть выполнен переход на следующий уровень макро модели, которая отражает состояние потребителей и вновь выделенных сетевых районов внутри сетевого района. При этом объект, являющийся потребителем на верхнем уровне макро модели, выступает в качестве источника для сетевого района.

Описанный выше подход позволяет строить тождественную математическую макро модель сложной распределенной производственной системы водоснабжения предприятия в условиях небольшого объема исходных данных. С учетом вышеизложенного подхода составление и решение гидравлических уравнений возможно осуществлять в среде моделирования и визуализации VisSim. Этот программный продукт имеет целый ряд возможностей, которые позволяют значительно упростить и ускорить процесс расчёта.

Построение математических моделей систем водоотведения, рассматриваемых в работе, основывается на особенностях водно-ресурсных систем, заключающейся в существовании сети с потоками в ней воды и примесей, особенно применительно для водоотведения. С этими потоками связаны зависимости, характеризующие условия и качество функционирования водно-ресурсных и водоотводящих систем [13].

Потоковое моделирование водно-ресурсных и водоотводящих систем естественным образом связано с рассматриваемой ситуацией, что позволяет наглядно и логически обоснованно представить проблему и формализовать ее в виде «прозрачной» модели. Потоковое представление оптимизационной задачи, в отличие от геометрической картины нахождения экстремумов функций, дает возможность «наблюдать» картину в пространстве любого конечного числа измерений. Наглядность потокового формализма помогает пользователю видеть структуру задачи, выделять вносимые в модель упрощения, вскрывать взаимосвязи моделируемой системы, оценивать и совершенствовать модель [14].

Наглядность описания и простота структуры допустимого множества задачи, которой описывается потоковая модель, помогает анализировать задачу и строить эффективные методы ее решения в виде последовательного преобразования потоков, что дает возможность исследовать и решать задачи значительно большей размерности и с более сложным целевым функционалом, чем экстремальные задачи общего вида.

Решение задач линейного программирования, описанных как потоковые, не менее чем на два порядка более эффективно, чем решение тех же задач методами, не использующими потоковую структуру допустимого множества. Высокая эффективность потоковых задач позволяет использовать их как подзадачи в решении более общих задач, в которых потоковая составляющая является основной, но не единственной частью [15].

Потоковое моделирование проблемы обоснования параметров, режимов, гарантированных объемов и напоров, а также надежности сочетает традиционно используемое в водохозяйственном планировании для линейной схемы и формализма задач, постановка которых принадлежала Ф.А. Хитчкоку и Л.В. Кантовичу (1941–1942).

Потоковая интерпретация водно-ресурсных и водоотводящих систем укладывается в классическую схему транспортной задачи, соответствует пользованию без частичного возврата воды [16].

В моделях обоснования параметров, режимов, гарантированной отдачи водно-ресурсных и водоотводящих систем и ее надежности без явного учета качества воды присутствуют потоки одного типа. В данном случае развитие и выбор параметров и функционирование водно-ресурсных и водоотводящих систем, допускающих потоковое представление, описываются аналогичными моделями. Поэтому такие модели целесообразно рассматривать как представителей класса моделей с однородными потоками. Это дает возможность перенесения результатов, полученных в других потоковых системах, для выработки стратегий развития и тактики функционирования водно-ресурсных и водоотводящих систем. И наоборот, результаты теории управления водно-ресурсных и водоотводящих систем трактуются как принадлежащие этому классу и могут быть использованы в других системах, допускающих потоковую структуризацию [17].

Особенности потокового описания водно-ресурсных и водоотводящих систем, в котором учитывается использование водного потока и управление их качеством, выделяют модели функционирования, выбора параметров. В этом случае разнородные потоки, соответствующие различным примесям в водоотводящих системах, взаимодействуют, в результате чего соотношения между этими потоками на выходах не совпадают [18].

Потоковая структуризация, отображающая природу водно-ресурсных и водоотводящих систем, в которых существует сеть с потоками воды и примесей, является основой формализованного представления водохозяйственных проблем. Она явно или неявно присутствует практически во всех направлениях, связанных с этой тематикой.

Оптимизированные проблемы функционирования, выбора параметров и развития водно-ресурсных и водоотводящих систем естественно трактуются как проблемы оптимального управления потоковыми системами, что делает возможным использовать для их моделирования наглядное потоковое описание и эффективные потоковые методы. При этом в зависимости от характера учета структуры водно-ресурсных и водоотводящих систем, их свойств, нелинейных, динамических и стохастических особенностей протекающих процессов получают различные потоковые модели. Поэтому требуется с единых позиций рассмотреть потоковый подход к формализованному описанию этих проблем, исследовать свойства моделей и построить или адаптировать методы решения описывающих их задач [18].

Модели, в которых учитывается использование водных потоков и управление их качеством, включают в решение задач как частный случай описания водно-ресурсных и водоотводящих систем без учета качества. Данные модели не имеют аналогов в других системах и, отражая более общую ситуацию, являются более сложными.

Выводы. Целью статьи являлось исследование особенностей математического и потокового моделирования систем водоснабжения и водоотведения.

В процессе работы были решены следующие задачи:

- рассмотрены виды систем и методы моделирования;
- показан процесс математического моделирования систем;
- проанализировано создание математических моделей.

Были установлены основные понятия, применяемые в моделировании, среди них такие понятия, как системы, моделирование, модель, математическая и потоковая модели.

Установлены цели моделирования, при этом основной целью является сокращение времени и затрат на то, чтобы получить достоверную информацию об объекте изучения.

Выявлено, что практическими задачами, которые решаются методами моделирования в системах водоснабжения и водоотведения, являются следующие:

- проведение экспертных оценок действующих систем водоснабжения и водоотведения;
- выполнение прогноза работы систем в новых условиях эксплуатации;
- управление работой систем водоснабжения и водоотведения и технологическими процессами, осуществляемыми в них;
- выполнение инженерно-технологического конструирования новых водопроводных и водоотводящих сооружений;
- проведение научного изучения водопроводных и водоотводящих систем и технологических процессов;
- осуществление поиска оптимальных технико-экономических решений.

Отмечено, что современная форма реализации математического моделирования – это моделирование с использованием цифровых электронных вычислительных машин.

Установлено, что затраты времени на моделирование зависят от поставленной задачи, разработанной математической модели и количества параметров, использованных при составлении модели.

Модели, которые записываются уравнениями или системами уравнений, являются очень

сложными. Их сложность зависит от числа и типа применяемых уравнений. Дифференциальные уравнения решаются сложнее алгебраических, а уравнения в частных производных – сложнее обыкновенных дифференциальных уравнений.

В статье приведены примеры математического и потокового моделирования для элементов систем водоснабжения и водоотведения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алексеев Е.В., Викулина В.Б., Викулин П.Д. Основы моделирования систем водоснабжения и водоотведения. М.: МГСУ, 2015. 128 с.
2. Моделирование, оптимизация и управление системами подачи и распределения воды: монография / М.Я. Панов, А.С. Левадный, В.И. Щербаков [и др.]; под общ. ред. М.Я. Панова; Воронеж. гос. арх.-строит. ун-т, 2005. 489 с.
3. Калиткин Н.Н. Численные методы. СПб.: БХВ-Петербург, 2011. 592 с.
4. Оран Э., Борис Дж. Численное моделирование реагирующих потоков. М.: Мир, 1990. 660 с.
5. Пугачев Е.А. Технология эффективного водопользования в промышленности: монография. М.: АСВ, 2009. 176 с.
6. Романова Ю.Д. Информатика и информационные технологии. М.: Эксмо-Пресс, 2008. 304 с.
7. Сумароков С.В. Математическое моделирование систем водоснабжения. М.: Наука, 1983. 167 с.
8. Пугачев Е.А., Исаев В.Н. Экономика рационального водопользования / под ред. Е.А. Пугачева. М.: Издательство МИСИ-МГСУ, 2011. 284 с.
9. Замятина О. М. Моделирование систем. Томск: Изд-во ТПУ, 2009. 204 с.
10. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. М.: Изд-во МГУ, 1999. 799 с.
11. Григорьев И.С., Мейлихов Е.З. Физические величины: справочник. М.: Энергоатомиздат, 1991. 1232 с.
12. Абрамов Н.Н. Теория и методика расчета систем подачи и распределения воды. М.: Стройиздат, 1985. 288 с.
13. Хранович И.Л. Управление водными ресурсами. Потоковые модели. М.: Научный мир, 2013. 390 с.
14. Богачева Н.Ю., Хранович И.Л., Чень Ци. Обоснование стратегий рационального использования водных ресурсов в условиях риска // Инженерная экология. 2000. № 6. С.2–21.
15. Глухих М.В. Обоснование водоохраных мероприятий в стохастических условиях с использованием математических моделей // VI Всероссийский гидрологический съезд. М.: Росгидромет, 2006. С. 221–226.
16. Готовцев А.В. Модификация системы Стритера-Фелпса с целью учета обратной связи между концентрацией кислорода и скоростью окисления органического вещества // Водные ресурсы. 2010. Т. 37. № 2. С. 89–98.

17. Данилов-Данильян В.И. Гарантированное пользование в рыночных условиях // Водные ресурсы. 2009. Т. 43. № 2. С. 228–239.

18. Данилов-Данильян В.И., Лосев К.С. Экологический вызов и устойчивое развитие. М: Прогресс-Традиция, 2000. 416 с.

REFERENCES

1. Alekseev E.V., Vikulina V.B., Vikulin P.D. *Osnovy modelirovaniya sistem vodosnabzheniya i vodootvedeniya* [Basics of Modeling of Water Supply and Drainage Systems]. Moscow, MGSU, 2015. 128 p.

2. Panov M.Ya., Levadnyy A.S., Shcherbakov V.I. *Modelirovanie, optimizatsiya i upravlenie sistemami podachi i raspredeleniya vody* [Modeling, optimization and management of water supply and distribution systems]. Voronezh State University of Architecture and Construction, 2005. 489 p.

3. Kalitkin N.N. *Chislennyye metody* [Numerical methods]. St. Petersburg, BHV–Petersburg, 2011. 592 p.

4. Oran E., Boris Dzh. *Chislennoe modelirovanie reagiruyushchikh potokov* [Numerical simulation of reacting flows]. Moscow, World, 1990. 660 p.

5. Pugachev E.A. *Tekhnologiya effektivnogo vodopol'zovaniya v promyshlennosti* [Industrial water efficiency technology]. Moscow, ASV, 2009. 176 p.

6. Romanova Yu.D. *Informatika i informatsionnye tekhnologii* [Informatics and Information Technology]. Moscow, Eksmo-Press, 2008. 304 p.

7. Sumarokov S.V. *Matematicheskoe modelirovanie sistem vodosnabzheniya tekhnologii* [Mathematical modeling of water supply systems of technology]. Moscow, Science, 1983. 167 p.

8. Pugachev E.A., Isaev V.N. *Ekonomika ratsional'nogo vodopol'zovaniya* [Economics of water management]. Moscow, MISI-MGSU Publishing House, 2011. 284 p.

9. Zamyatina O. M. *Modelirovanie sistem* [Systems Modeling]. Tomsk, TPU Publishing House, 2009. 204 p.

10. Tikhonov A.N., Samarskiy A.A. *Uravneniya matematicheskoy fiziki* [Mathematical physics equations]. Moscow, Publishing House of Moscow State University, 1999. 799 p.

11. Григорьев И.С., Мейлихов Е.З. *Fizicheskie velichiny* [Physical quantities]. Moscow, Energoatomizdat, 1991. 1232 p.

12. Abramov N.N. *Teoriya i metodika rascheta sistem podachi i raspredeleniya vody* [Theory and method of calculation of water supply and distribution systems]. Moscow, Stroyizdat, 1985. 288 p.

13. Khranovich I.L. *Upravlenie vodnymi resursami. Potokovye modeli* [Water resources management. Stream-ing models]. Moscow, The Scientific World, 2013. 390 p.

14. Bogacheva N.Yu., Khranovich I.L., Chen' Tsi. Rationale for risk-based water management strategies. *Inzhenernaya ekologiya* [Engineering ecology], 2000, no.6. pp. 2–21. (In Russian)

15. Glukhikh M.V. Justification of water protection measures in stochastic conditions using mathemati-

cal models. VI Vserossiyskiy gidrologicheskiy s'ezd [VI All-Russian Hydrological Congress]. Moscow, Roshydromet, 2006. pp. 221–226. (In Russian)

16. Gotovtsev A.V. Modification of the Streeter-Phelps system to take into account the feedback between the oxygen concentration and the oxidation rate of organic matter. *Vodnye resursy* [Water resources], 2010, Vol. 37, no. 2. pp. 89–98. (In Russian)

17. Danilov-Danil'yan V.I. Guaranteed use in market conditions. *Vodnye resursy* [Water resources], 2009, Vol. 43, no. 2. pp. 228–239. (In Russian)

18. Danilov-Danil'yan V.I., Losev K.S. *Ekologicheskiy vyzov i ustoychivoe razvitiye* [Environmental challenge and sustainable development]. Moscow, Progress-Tradition, 2000. 416 p.

Об авторах:

ТЕПЛЫХ Светлана Юрьевна

кандидат технических наук, доцент кафедры водоснабжения и водоотведения Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: kafvv@mail.ru

БОЧКОВ Дмитрий Сергеевич

магистрант кафедры водоснабжения и водоотведения Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: b.o.c.h.k.o.v@icloud.com

ВЕСЕЛОВА Мария Владимировна

магистрант кафедры водоснабжения и водоотведения Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: veselova63@inbox.ru

TEPLYKH Svetlana Yu.

PhD in Engineering Science, Associate Professor of Water Supply and Wastewater Chair Samara State Technical University Academy of Architecture and Civil Engineering 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244 E-mail: kafvv@mail.ru

BOCHKOV Dmitriy S.

Master's Degree Student of Water Supply and Wastewater Chair Samara State Technical University Academy of Architecture and Civil Engineering 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244 E-mail: b.o.c.h.k.o.v@icloud.com

VESELOVA Mariya V.

Master's Degree Student of Water Supply and Wastewater Chair Samara State Technical University Academy of Architecture and Civil Engineering 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244 E-mail: veselova63@inbox.ru

Для цитирования: Теплых С.Ю., Бочков Д.С., Веселова М.В. Математическое моделирование систем водоснабжения и водоотведения // Градостроительство и архитектура. 2020. Т. 10, № 2. С. 36–42. DOI: 10.17673/Vestnik.2020.02.6.

For citation: Teplykh S.Yu., Bochkov D.S., Veselova M.V. Mathematical modeling of water supply and water disposal systems. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2020, Vol. 10, no. 2, Pp. 36–42. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2020.02.6.

Уважаемые читатели!

Научно-технический центр «Геотехника» с лабораторией «Механика грунтов» приглашает к сотрудничеству.

Основные направления деятельности Центра:

- инженерные изыскания
- обследования зданий и сооружений
- судебная экспертиза
- консультационные услуги

Руководитель Мальцев Андрей Валентинович

Контакты:

443001, Россия, г. Самара, Молодогвардейская, 194, корпус 13 (АСА СамГТУ), каб. 0304 Б
тел. (846) 339-14-69
E-mail: geotechnika@ya.ru

М. В. ШУВАЛОВ

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ЭВОЛЮЦИИ НОРМАТИВНЫХ ТРЕБОВАНИЙ К СОСТАВУ И СВОЙСТВАМ СТОЧНЫХ ВОД ПРИ СБРОСЕ В ПОВЕРХНОСТНЫЕ ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ

SYSTEM ANALYSIS OF NORMATIVE REQUIREMENTS EVOLUTION
IN TERMS OF COMPOSITION AND CHARACTERISTICS OF SEWAGE
DISCHARGED INTO SURFACE WATER BODIES

Приведена информация об основных нормативных документах по сбросу сточных вод в поверхностные водные объекты, принятых в России, Европе и США. Обобщена информация о нормировании состава и свойств сточных вод при сбросе в поверхностные водные объекты. Система нормирования сброса сточных вод, действующая в России в период с 1947 до 2019 гг., формировала установление предельно допустимых концентраций по большинству загрязняющих веществ на уровне технически недостижимых концентраций. Введение в действие нормативных документов: ИТС 10–2019, «Правила отнесения водных объектов к категориям водных объектов для целей установления технологических показателей НДТ ...» (2019 г.) является очередным этапом практических действий по кардинальному изменению нормирования сброса сточных вод в водные объекты в Российской Федерации.

Ключевые слова: сточные воды, загрязняющие вещества, очистка сточных вод, охрана водных объектов от загрязнения, нормирование сброса сточных вод, предельно допустимая концентрация вещества, технологические показатели, наиболее доступные технологии

Information on the main normative documents on wastewater discharge into surface water bodies adopted in Russia, Europe and the USA is given. The information on normalization of composition and properties of waste water discharged into surface water bodies is summarized. The system of sewage discharge rationing, operating in Russia from 1947 to 2019, formed the establishment of maximum permissible concentrations for the majority of pollutants at the level of technically unattainable concentrations. Implementation of normative documents of ITG (information technology guide) 10-2019 and «Rules for attributing water bodies to categories of water bodies to establish technological indicators of BAT (Best Available Technology)...». (2019) is the next stage of practical actions to radically change the normalization of wastewater discharge into water bodies in Russia.

Keywords: wastewater, polluting substances, wastewater treatment, protection of water bodies from pollution, rationing of wastewater discharge, maximum permissible concentration of substances, technological indicators, best available technologies

В России и ряде государств Европы с начала XVIII столетия издавались законы по защите водных объектов от загрязнения бытовыми отходами, по охране лесов, по рыболовству и охоте, а также благоустройству городов и поселений. На основе этих законов происходило последовательное формирование многопрофильного комплекса законов по охране окружающей среды. С целью предоставить специалистам, работающим в области санитарной техники, охраны санитарно-эпидемиологического благополучия населения и охраны природы, более глубокого понимания существующих проблем в Российской Федерации в сфере проектирования и эксплуатации станций очистки сточных вод выполнен системный анализ эволюции формирования и узаконения правил по сбросу сточных вод в поверхностные водные объекты

на основе обобщения информации из нормативных документов, принятых в России, Европе и США.

В России был выпущен целый ряд государственных Указов с целью обеспечения улучшения санитарного состояния в городах посредством узаконения запрета загрязнять бытовыми отбросами и навозом животных городские улицы и участки вблизи домов. Например, в 1709 г. Петр I издал Указ № 2225 «О наблюдении Московским обывателям чистоты на дворах и на улицах, о свозе всякого помета за Земляной город и содержании мостовой в исправности». Для защиты водных объектов от загрязнения бытовыми отходами в 1719 г. был издан Указ Петра I под № 3382 «О запрещении засорять Неву и другие реки нечистотами, о содержании бечевника, о починке мостов и исправле-

нии пожарной повинности». Обыватели города из «нижних персон», избалованные в нарушении указа в части запрета на загрязнение рек, должны были подвергаться наказанию – «биты кнутом и сосланы будут в вечную каторгу».

В августе 1803 г. Александр I издал Указ № 20881 «О наблюдении начальниками городской полиции за чистотой и опрятностью в городах». В соответствии с этим указом полиции поручалось осуществлять надзор за тем, чтобы реки и источники ничем не засорялись и не разрешать выше городов по течению рек и протоков строить фабрики, которые могут загрязнять речные воды. Кроме этого полиции поручалось выполнять «надзор в отношении к народному здравия ... и не позволять» засорять улицы нечистотами, а также наблюдать за очисткой и содержанием водосточных лотков и каналов в поселениях.

В январе 1833 г. был издан Указ № 5947, утвержденный Николаем I, содержащий решение о введении в действие с 1 января 1835 г. актуализированного сборника законов «Свод законов Российской Империи», состоящий из четырех частей. В IV части, называемой «Свод уставов государственного благоустройства», были опубликованы нормативные акты под названием «Свод уставов строительных». В «Уставе строительном» (издания 1857 г.) из сборника «Свод законов Российской Империи» в параграфе 10 приложения к статье 347 записано, что «владельцы домов не имеют права проводить от помойных ям и отхожих мест подземные трубы в городские трубы, под опасением взыскания шестидесяти рублей серебром».

В 1845 г. Указом № 19283, утвержденным Николаем I, было введено в действие с 1 мая 1846 г. «Уложение о наказаниях уголовных и исправительных». В Уложении кроме статей по уголовному праву содержались статьи по обеспечению порядка в хозяйстве и благоустройстве городов и селений, а также статьи, «ограждающие народное здравие» посредством узаконения определенных правил по охране воздушной среды и источников питьевой воды. Наиболее важные для того периода времени санитарно-технические правила и «исправительные наказания» за их нарушение изложены в следующих статьях Уложения [1]:

– «статья 1053. Если кто-либо построит, признанные по законам вредными для чистоты воздуха или безвредности воды, фабрику, мануфактуру или завод в городе, или хотя и вне города, но выше его по течению реки или протока, то эти заведения уничтожаются за счет виновного, и он подвергается денежному взысканию ...»;

– «статья 1324. Владельцы домов, которые проведут подземные трубы от помойных ям

и отхожих мест своих домов в трубы городские, подвергаются за это денежному взысканию: в столицах шестидесяти, в других городах тридцати рублей».

В опубликованном в 1872 г. «Уставе о наказаниях, налагаемых мировыми судьями», приведена статья 53, в соответствии с которой: «за проведение подземных труб от помойных ям, заводов или отхожих мест в городские трубы, виновные подвергаются: денежному взысканию не свыше 100 рублей. В случае проведения таких труб в реки или каналы, виновные подвергаются тому же взысканию вдвое» [2].

История разработки в Англии правил по сбору, отведению, обработке и утилизации компонентов бытовых сточных вод берет начало с закона «Town Improvement Clauses Act», принятого в 1847 г. Согласно этому закону *все жидкие нечистоты надлежало обязательно отводить в водостоки* [3]. Следует отметить, что до 1815 г. в Лондоне действовало правило о запрете сбрасывать человеческие экскременты в водосточные каналы.

Во Франции в 1848 г. был принят Декрет об учреждении санитарных советов, которые должны были контролировать работы по ассенизации местности и жилищ [4]. В Париже специально изданным Декретом в марте 1852 г. было назначено к 1862 г. существующую вывозную систему ассенизации преобразовать в сплавную систему канализации. Для реализации этого решения были построены дополнительные водосточные каналы для отведения дождевых сточных вод и нечистот [5]. Следует отметить, что во Франции «с 1785 г. существовал наказ королевского совета, подтвержденный вновь в сентябре 1814 г., по которому домовладельцам воспрещалось устраивать сообщение с водостоками, для спуска в них жидких нечистот из отхожих мест; законом 20 декабря 1850 г. (практически одновременно, как и в Лондоне) было разрешено, в виде опыта и временной меры, спускать дезинфицированные нечистоты из отхожих мест в городские водосточные сети» [6].

В отчете о поездке в 1901 и 1902 гг. за границу гражданского инженера А.К. Енша [7] приводится информация о том, что «в Германии о загрязнении рек говорится в законах о рыбоводстве (1874 г.) и в сельскохозяйственных и лесных законах (1880 г.)». Согласно этим законам «запрещается бросать в реки такие вещества, которые могут принести вред рыбоводству (чужому), хотя допускаются исключения, при значительных интересах промышленности».

Анализ законодательных актов в области охраны водных объектов от загрязнения бытовыми и фабричными отходами, а также сточ-

ными водами из отхожих мест и выгребов, принятых в России и промышленно развитых странах Европы в период XVIII–XIX столетий, показывает, что до 1850-х гг. в России, Англии, Франции и Германии действовали фактически идентичные законы, в которых были установлены только общие положения о запрете сброса в водные объекты бытовых сточных вод. Англия является первой страной, в которой на основании акта «Town Improvement Clauses Act» (1847 г.) был узаконен сброс в реки через городские водосточные сети бытовых сточных вод без указания содержания в них предельной нормы загрязняющих веществ. Отсутствие конкретных положений и норм в природоохранных законах, принятых до 1876 г. во всех странах, было обусловлено низким уровнем знаний в области гигиены, химии, микробиологии и отсутствием практики в данном виде хозяйственной деятельности жителей городов.

В Англии в 1865 г. была создана Королевская комиссия «Rive pollution commission», которой было поручено разработать мероприятия по предотвращению негативного воздействия на реки при сбросе в них городских и производственных сточных вод. В 1868 г. была назначена новая Королевская комиссия уполномоченных, которая на основе результатов исследований в течение четырех лет разработала «стандарты чистоты (standards of purity)» и рекомендовала их ввести в действие в редакции, изложенной в четвертом докладе комиссии. Этот доклад был опубликован в «приложении В» к акту «Rivers Pollution Prevention Act», узаконенному в 1876 г. [8]. В примечании приложения В приведена важная информация: «Следует помнить, что стандарты, рекомендованные уполномоченными в вышеупомянутом докладе, не были приняты в законе Rivers Pollution Prevention Act, 1876; тем не менее, поскольку они выражают мнение, которое явилось результатом очень обширного и тщательного исследования причин загрязнения рек, они будут иметь право на решающее слово при определении того, следует ли считать жидкость «ядовитой, вредной или загрязняющей» в рамках этого закона». Рекомендуемые в четвертом докладе Королевской комиссии «стандарты чистоты» были установлены по 13 показателям, для которых указывалось максимально допустимое количество загрязняющего вещества в сточных водах, сбрасываемых из «городских коллекторов и мануфактур». Для городских сточных вод, а также стоков из определенного ряда фабрик было рекомендовано оценивать качество по следующим пяти основным показателям с указанием количественной нормы: концентрация взвешенных минеральных веществ 30 мг/л;

концентрация сухого органического вещества, содержащегося в жидкости во взвешенном состоянии, 10 мг/л; концентрация растворенного органического углерода 20 мг/л; концентрация растворенного органического азота 3 мг/л; цветность – «любая жидкость, помещенная в сосуд из белого фарфора или фаянса, при дневном освещении должна иметь отчетливый цвет, если ее слой толщиной один дюйм». Другие 8 из 13 показателей имели отношение исключительно для производственных сточных вод, образующихся на «химических производствах».

В работе [9] подробно изложены недостатки и затруднения практического применения положений английского закона 1876 г. и рекомендуемых в нем норм чистоты воды. Поэтому уполномоченные Королевской комиссии подготовили проект новой редакции закона «Rivers purification bill» (1886 г.), но Парламент отклонил и не узаконил этот документ. Следует обратить внимание на то, что, как отмечал автор статьи [10] в авторитетном журнале Королевского санитарного института, закон 1876 г. «Rivers Pollution Prevention Act» практически не использовался до принятия закона о местном самоуправлении 1888 г.

Заслуживает внимания оценка проф. Г.В. Хлопина [9] прогрессивным действиям Англии в деле установления числовых норм чистоты воды: «необходимость специального законодательства по охране вод в настоящее время сознается повсюду ... Нельзя не отметить, что в Англии и Германии заботы о чистоте вод являются до известной степени уже запоздалыми», потому что реки сильно загрязнены отходами.

Анализ законов по охране водных объектов от загрязнений, действующих и разрабатываемых на рубеже 1902 г. в России, Англии, Германии, Австрии, Франции, Бельгии и Швейцарии, показывает, что только в Англии имелось стремление установить в законе предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ. В других странах преобладала тенденция узаконения только общих правил, а выработку детальных указаний и норм по охране водных объектов и норм чистоты для спускаемых в них сточных вод планировалось передавать местным органам власти, которым поручалось издавать специальные постановления в развитие основного закона.

Первенство Англии в области количественного нормирования содержания загрязняющих веществ в правилах спуска сточных вод в водные объекты, а также в области развития отрасли строительства и эксплуатации канализационных сетей и станций очистки городских и производственных сточных вод было обусловлено двумя причинами. Главной при-

чиной было то, что Англия первая из всех стран Европы встала на путь интенсивного развития промышленности, поэтому в ней раньше, чем в других странах, произошло существенное увеличение жителей городов и, как следствие, резкое ухудшение санитарных условий в городах. Количество жителей в Лондоне в 1856 г. достигло 2000 тыс. человек, а в 1900 г. – 4500 тыс. человек. Для сравнения население Санкт-Петербурга с 1860 по 1897 гг. возросло с 534 до 1267 тыс. человек, а Москвы – с 352 до 1036 тыс. человек. В 1890-е гг. городское население в Англии составляло 72 % всего населения, а в России – около 12 %, в Германии – 42,5 %, во Франции – 37,4 %, в США – 29,2 %.

Второй причиной быстрого развития в Англии санитарной техники в целом и нормирования очистки сточных вод было то, что в этой стране реки являются маловодными, а уровень их загрязнения во второй половине XIX столетия, как отмечалось в докладах Королевских комиссий, был уже достаточно высоким.

В России в конце 1870-х гг. началось формирование научно-методических положений и разработка правовых актов в области нормирования загрязняющих веществ и микроорганизмов в сточных водах при сбросе в водные объекты. Параллельно с этим осуществлялась актуализация правил санитарного благоустройства поселений, узаконенных в период XVIII и XIX вв. Эти процессы развивались на основе нормотворческой деятельности государственных организаций, а также активной деятельности общественных и профессиональных организаций.

В России в 1803 г. для управления всеми сферами внутренней жизни государства кроме вопросов народного просвещения, финансов и коммерции было учреждено Министерство внутренних дел (МВД). Для управления в сфере охраны здоровья населения государства в структуре МВД в том же году был создан Медицинский совет для выполнения многочисленных функций по здравоохранению. В 1804 г. в составе МВД был создан Медицинский департамент, основным направлением деятельности которого был санитарный и врачебный контроль.

В 1902 г. на восьмом Пироговском съезде Общества русских врачей по предложению доктора А.Д. Соколова была образована комиссия для выяснения вопроса о загрязнении водных источников. В резолюции седьмого Русского водопроводного съезда (1905 г.), в работе которого принимали участие санитарные врачи, было отмечено, что необходимо разработать и узаконить нормы химического, физического и бактериологического состава сточных вод на выпуске в водные объекты. На восьмом Русском

водопроводном съезде в Санкт-Петербурге (1907 г.) было принято постановление, согласно которому необходимо образовать особую Комиссию при Постоянном Бюро Водопроводных Съездов для изучения вопроса очистки сточных вод при условии сброса их в реки «на основании опытов и данных русской практики».

В 1907 г. Медицинский Совет МВД выработал «Санитарные требования, которым должны удовлетворять сточные воды, спускаемые в общественные водоемы». Они были опубликованы в Циркуляре МВД от 5 марта 1908 г. № 222. В соответствии с санитарными требованиями кроме общих указаний о том, что сточная вода не должна содержать: ядовитых веществ; болезнетворных микроорганизмов; нефти, жиров и масел в количестве, приводящем к образованию пленки при отстаивании пробы воды, в них указывалось на то, что «сточная вода не должна содержать взвешенных веществ более, чем вода того водоема, куда она спускается» и не должна загнивать в течение 7 суток в закрытом сосуде, а температура сточных вод на выпуске не должна превышать 20–30 °С. В 1910 г. эти правила были актуализированы. Изменения и дополнения, внесенные в циркуляр № 222 от 5 марта 1908 г., были опубликованы в Циркуляре МВД № 1445 от 6 декабря 1911 г. [11, 12]. В актуализированной редакции санитарных требований была указана конкретная величина ПДК взвешенных веществ, равная 40 мг/л, и новый числовой интервал показателя – предельная величина температуры сточных вод 30–40 °С. Следует добавить, что Циркуляры МВД не имели статус государственного закона, но являлись руководящим документом для органов местного самоуправления.

В России законодательный акт о местном самоуправлении (первая редакция Городового положения утверждена в 1870 г.) был узаконен на 18 лет раньше, чем в Англии. Согласно статье 108 Городового положения (1892 г.) в российских городах органы местного самоуправления разрабатывали местные «правила о мерах предосторожности против загрязнения водных объектов». Примером этого является обязательное постановление о нормах качества сточных вод при сбросе в реки, утвержденное Городской Думой г. Твери в 1908 г. Постановление о нормах качества сточных вод для Твери было разработано на основе требований, выработанных Медицинским советом МВД в 1907 г. (Циркуляр МВД от 5 марта 1908 г. № 222). В соответствии с этим постановлением сточные воды предприятий и торговых бань «могут быть спущены после очистки» в водные объекты, если по качеству будут удовлетворять целому ряду условий, из которых заслуживают внимание

следующие показатели: содержание взвешенных веществ не более 50 мг/л; прозрачность не ниже 5 см по шрифту Снеллена; вода должна обладать способностью не загнивать в закупоренном сосуде в течение 7 суток; запах допускается лишь «слабо землистый или неопределенный»; сточная вода не должна содержать сероводород и вредных для здоровья металлов: медь, мышьяк, сурьма, свинец и др., а также свободного хлора и болезнетворных микроорганизмов [13]. Следует обратить внимание на то, что вышеприведенные нормы, по данным проф. Г.В. Хлопина [13], были использованы судебными экспертами в 1910 г. при составлении определения суда г. Твери, который признал факт загрязнения притока Волги реки Тьмаки и самой Волги сточными водами тверской мануфактуры Морозова.

По представлению Отдела промышленности Министрства Торговли и Промышленности в июле 1911 г. было утверждено Правительствующим Сенатом «Положение о Временном Комитете по изысканию мер к охране водоемов Московского промышленного района от загрязнения сточными водами и отбросами фабрик и заводов» (статья № 1355, Собрание узаконений) [14, с. 240]. Временному комитету поручалось в Московском промышленном районе (конкретно в Московской, Владимирской, Тверской губерниях и в других при ходатайстве Московского биржевого комитета), во-первых, *исследовать* водоемы в отношении влияния на них сточных вод промышленных предприятий; во-вторых, *проектировать* соответствующие местным условиям *нормы требований к сточным водам с целью охраны этих водоемов от загрязнения*; в-третьих, разрабатывать практические способы удовлетворения означенных требований. По мнению проф. С.Н. Черкинского [15], Временный комитет по водоохране за 1912–1917 гг. выполнил значительный объем научно-исследовательских работ, на основе которых получило развитие новое направление в санитарной технике – очистка производственных сточных вод.

В работе [11] описаны санитарные нормы, выработанные Московской Комиссией по испытанию биологического способа очистки сточных вод (учрежденной в 1904 г. московской Городской управой на базе лаборатории при станции очистки на полях орошения), которые аналогичны вышеуказанным тверским нормам, а также приведены нормы, выработанные проф. Дунбаром (Dunbar) и Туммом (Thumm) на рубеже 1912 г. в Германии. Сточные воды на выпуске из станции очистки, по мнению немецких ученых, должны очищаться от нерастворимых веществ на 98–99 %, окисляемость должна быть

снижена на 60–65 %, очищенная вода не должна загнивать в закрытом сосуде в течение 7 суток и не содержать вредных веществ для рыб, а концентрация растворенного кислорода в 1 л воды должна быть «не менее 1 см³». В статье [16] представлены сведения о нормах, утвержденных Городскими управлениями, в городах Екатеринославль и Харьков. В первом из них нормы были установлены аналогичные тверским, но с одним существенным добавлением – вода должна содержать не менее 5 мг/л азотной кислоты, а в Харькове нормы были приняты достаточно умеренными: вода не должна загнивать и не иметь дурной запах; прозрачность воды должна быть не ниже 5 см.

В 1912 г. был опубликован знаменитый восьмой доклад английской Королевской комиссии по очистке и удалению сточных вод, учрежденной в 1898 г. В докладе были представлены рекомендации по установлению норм для спуска сточных вод в водные объекты, которые послужили основой для узаконения английского «стандарта 20/30» (где 20 – это значение показателя БПК₅ (мг/л), а 30 – концентрация взвешенных веществ (мг/л), который применяли в Англии с 1912 до 1994 гг. для проектирования станций очистки сточных вод. В вышеуказанном докладе 1912 г. рекомендовалось при назначении каждой специальной нормы учитывать степень разбавления сточных вод речной водой в водном объекте, в частности при разбавлении сточных вод в 150–300 раз допускалась отмена пробы сточной воды на БПК₅, а норма по взвешенным веществам рекомендовалась в размере 60 мг/л; при разбавлении в 300–500 раз норма по взвешенным веществам могла быть снижена до 150 мг/л [17]. Сравнивая английские нормы, рекомендуемые королевскими комиссиями в законе «Rivers Pollution Prevention Act» (1876 г.) и в докладе 1912 г., следует отметить, что во втором документе был введен показатель качества воды БПК₅, а также была существенно снижена норма очистки по взвешенным веществам в случаях разбавления сточных вод речной водой более чем в 150 раз. Следует особо отметить, что в *рекомендациях, изложенных в докладе 1912 г., нет информации о норме содержания в сточных водах соединений азота, серы и многих других веществ, для которых в приложении В к закону 1876 г. «Rivers Pollution Prevention Act» были рекомендованы ПДК.*

Анализ работ, посвященных развитию санитарного законодательства в России до 1917 г., показывает, что наряду с выполнением исследований по методологии нормирования загрязнений в сточных водах на выпуске в водные объекты и по сбору статистических дан-

ных о составе различных категорий сточных вод и составе воды в водных объектах специалистами, работающими в области санитарной техники, были разработаны также нормы и правила сброса сточных вод с указанием ПДК загрязняющих веществ.

После Октябрьской революции 1917 г. в России нормирование вредных веществ для сточных вод, допускаемых к спуску в водные объекты, практически началось после утверждения 26 октября 1923 г. Народным комиссариатом здравоохранения (Наркомздрав) РСФСР документа «Положение о нормах чистоты сточных вод». Эти нормы были достаточно свободными. Например, в примечании к § 1 Положения написано, что требование незагниваемости спускаемых сточных вод в закрытом сосуде в течение 7 дней «может быть опущено в случае благоприятных местных условий», а в примечании к § 2 – утвержденная величина ПДК взвешенных веществ в 60 мг/л временно на 5 лет (до 1927 г.) повышается до 80 мг/л «в случае подходящих местных условий, гарантирующих санитарную безопасность в смысле загрязнения водоема» [18].

В УССР Центральный санитарно-технический совет тоже издал постановление от 26 сентября 1925 г. о нормах сточных вод, допускаемых к спуску в водные объекты на основании постановления Совнаркома УССР от 29 июня 1925 г. «О санитарной охране вод». Эти нормы были аналогичны нормам, введенным на территории РСФСР, за исключением нормативного значения ПДК взвешенных веществ, которое было установлено равным 30 мг/л при условии разжижения их в водоеме не менее чем в 100 раз. Требование к незагниваемости воды было однозначным, и, кроме того, в нормах УССР было прописано требование к предельной температуре воды – не более 30–40 °С.

Наркомздрав РСФСР в развитие постановления Совнаркома РСФСР от 6 июля 1928 г. «Об установлении зоны санитарной охраны водных источников, служащих для центрального водоснабжения городов ...» издал 16 мая 1929 г. «Санитарные правила о спуске сточных вод с территории населенных мест, фабрично-заводских и промышленных предприятий, жилых и других зданий и сооружений». В этих Правилах в дополнение к нормам, изданным в 1923 г., было введено новое положение, касающееся оценки изменения кислородного режима в водоприемнике после спуска в него сточных вод. В соответствии с п. 8 Правил 1929 г. «содержание растворенного кислорода в воде водоема после смешения со сточной водой не должно понижаться ниже 4 мг/л» [19, с.79]. Следует отметить, что аналогичная «кислородная

норма» была описана в восьмом докладе Королевской комиссии, опубликованном в 1912 г., но в выводах английской комиссии эта норма не была введена в «общий стандарт», рекомендованный ими для оценки качества сточных вод перед сбросом их водный объект.

В 1938 г. Наркомздравом СССР изданы «Правила и инструкция по спуску сточных вод в открытые водоемы», утвержденные 2 марта 1938 г. главным государственным санитарным инспектором СССР [20]. В Правилах было применен прогрессивный способ нормирования, который позволил реализовать принцип «учета местных условий» посредством назначения конкретных значений ПДК веществ для пяти категорий водоемов, классифицированных в зависимости от вида и целей водопользования. ПДК взвешенных веществ (до 60, 100 и 120 мг/л в зависимости от категории водоема) и относительная стабильность (стойкость к загниванию не менее 80 %, что соответствует периоду испытания 7 суток закрытой в сосуде пробы воды) были установлены для сточной воды, спускаемой после очистки, а содержание растворенного кислорода было назначено (не ниже 6 и 4 мг/л) для воды водоприемника в контрольном створе ниже выпуска сточных вод.

Следующим шагом в гигиеническом нормировании была разработка в 1939 г. Наркомздравом СССР новой редакции «Правил спуска сточных вод в открытые водоемы», которые были опубликованы в составе Общесоюзного стандарта ОСТ 90014-39, утвержденного 14 февраля 1939 г. Комитетом по делам строительства при Совнаркоме СССР. В этом стандарте [21, с. 231] было назначено четыре категории водоемов. Отличительной особенностью этих Правил было назначение ПДК взвешенных минеральных веществ и органических веществ, находящихся во взвешенном состоянии, в зависимости от кратности разбавления сточных вод водой водоприемника. Сравнение Правил, утвержденных Наркомздравом СССР в 1938 г., и Правил из ОСТ 90014-39 показывает появление в 1939 г. *новой тенденции, выражающейся в существенном снижении требований к качеству очистки сточных вод по взвешенным веществам при спуске в водоемы, не используемых для централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения (2, 3 и 4 категории водоемов).* Например, при спуске в водоем с 300-кратным разбавлением сточных вод ПДК взвешенных веществ, содержащихся в сточной жидкости, были установлены 75, 200, 350 и 500 мг/л, соответственно для категорий водоемов 1, 2, 3 и 4. Кроме этого, в стандарте отсутствовала норма по относительной стабильности, равная 80 %, установленная в предыдущих изданиях Пра-

вил 1938 и 1929 гг. и в Медицинских циркулярах МВД 1911 и 1908 гг. Норма о стойкости к загниванию сточных вод, сбрасываемых в водоем, была установлена и в Положении 1923 г., но в виде общего требования без числового значения экспозиции пробы воды. Изменение технической политики в области санитарного нормирования и смена органа утверждающего правила спуска сточных вод были обусловлены активной деятельностью сторонников политической кампании по «борьбе с вредительством», проходившей в СССР в эти годы [22].

По данным проф. П.С. Белова [23, с.48] в период военного времени действовали строительные правила У-53-42 «Указания по проектированию и устройству канализации в условиях военного времени», утвержденные распоряжением Наркомстроя СССР (1942 г.), а для охраны водоемов от загрязнения применялись правила спуска сточных вод, утвержденные Совнаркомом СССР в составе ГОСТ 1324-41 «Предприятия промышленные. Санитарные нормы и правила проектирования». Эти Правила были разработаны на основе ОСТ 90014-39.

В июле 1943 г. взамен ГОСТ 1324-41 был введен в действие ГОСТ В-1324-43 «Предприятия промышленные. Санитарные нормы и правила проектирования», в составе которого были опубликованы «Санитарные правила спуска промышленных сточных вод в общественные водоемы» с отметкой *рекомендуемые*. В этом стандарте были установлены нормы чистоты воды, аналогичные тем, которые были узаконены в ОСТ 90014-39. Единственным и очень существенным отличием ГОСТ В-1324-43 было то, что в нем впервые в российских правилах спуска сточных вод был введен параметр БПК₅ с указанием его предельной величины для смеси сточных вод и воды водоема: 2 мг/л для 1 категории водоемов и 4 мг/л соответственно для 2 категории водоемов.

В 1947 г. взамен ГОСТ В-1324-43 был введен актуализированный стандарт – ГОСТ 1324-47, утвержденный Совнаркомом СССР. В составе этого стандарта были узаконены новые «Санитарные правила спуска промышленных сточных вод в общественные водоемы». Требования к спуску хозяйственно-фекальных сточных вод с территорий предприятий и населенных пунктов регламентировались в соответствии с этим же стандартом. Методика нормирования ПДК взвешенных веществ и БПК при спуске сточных вод в водные объекты, примененная в санитарных правилах спуска сточных вод из ГОСТ 1324-47, существенно отличается от способов нормирования в ранее принятых Правилах в России и за рубежом. Для этих двух показателей в новом стандарте были назначены

ПДК не для спускаемых сточных вод, а для воды водоема в расчетном створе после спуска в него сточных вод. Данная методика, как известно, была описана в 1912 г. в восьмом докладе Королевской комиссии (учрежденной в 1898 г.) применительно для нормирования содержания растворенного кислорода в воде водного объекта. Следует отметить, что аналогичная «кислородная норма» была узаконена в Правилах Наркомздрава 1929 и 1938 гг. и в стандартах ОСТ 90014-39 и ГОСТ В-1324-43. После опубликования ГОСТ 1324-47 проф. С.Н. Черкинский отмечает, что в области нормирования условий спуска сточных вод в водные объекты «завершен весьма длинный период исканий научно обоснованных и практически рациональных позиций ...», а наиболее актуальной задачей для современной гигиенической науки является обоснование ПДК вредных веществ в водоеме на основе научных исследований [24].

В 1947 г. Совет министров СССР издает постановление от 31 мая «О мерах по ликвидации загрязнения и санитарной охране водных источников». С целью реализации директив этого постановления Министерство здравоохранения СССР издало специальный приказ № 173 от 27 марта 1948 г., в котором органам санитарной инспекции и отраслевым НИИ поручалось выполнить огромный перечень мероприятий по санитарной охране водных объектов, в том числе по упорядочиванию спуска в них сточных вод и разработке новых научно обоснованных ПДК загрязняющих веществ. В 1950 г. при Научно-исследовательском санитарном институте имени Эрисмана была организована постоянная комиссия по разработке ПДК вредных веществ промышленных стоков в водоемах, предназначенных для обеспечения санитарных условий жизни населения [25]. Разработка нормативов, соответствующих интересам рыбного хозяйства и промышленного водоснабжения, была поручена подкомиссии, в которую вошли специалисты инспекции рыбоохраны и ихтиологи-токсикологи.

В 1951 г. взамен ГОСТ 1324-47 были введены в действие НСП 101-51 «Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий», утвержденные Советом министров СССР. «Санитарные правила спуска сточных вод в общественные водоемы», опубликованные в НСП 101-51, были дословно переписаны из ГОСТ 1324-47.

В январе 1955 г. взамен НСП 101-51 были введены Н 101-54 «Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий», утвержденные Государственным комитетом Совета министров СССР по делам строительства. «Санитарные правила спуска сточных вод

в общественные водоемы», опубликованные в Н 101-54, дословно повторяют Правила из НСП 101-51.

В 1961 г. были опубликованы «Правила охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами», утвержденные 15 июля 1961 г. Министерством здравоохранения СССР и согласованные с Госпланом СССР № 372-61. После их издания «Санитарные правила спуска сточных вод в общественные водоемы» из Н 101-54 утратили силу. В последующих изданиях Санитарных норм проектирования промышленных предприятий СН 245-63 и СН 245-71 информация об общих требованиях, определяющих условия спуска сточных вод и степень их чистоты, не содержалась.

Положения в нормативном документе «Правила охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами», узаконенном в 1961 г., были разработаны на основе норм из Н 101-54, но имели следующие принципиальные отличия: вместо трех категорий водоемов была введена классификация разделения их на две категории, в каждой из которых по два вида водопользования. Общие требования к составу и свойствам воды водоемов, используемых в рыбохозяйственных целях (категория 2), были установлены индивидуально и сформированы в отдельной таблице. Другим отличием новых Правил было то, что в них кроме общих требований к составу и свойствам воды водоемов, которые включали ПДК по взвешенным веществам, БПК, растворенному кислороду и др., были опубликованы ПДК *вредных веществ* в воде водоемов санитарно-бытового водопользования и ПДК – в воде рыбохозяйственных водоемов. Кроме того, в Правилах были опубликованы ПДК радиоактивных веществ в воде водоемов и источников водоснабжения. Требования к концентрации взвешенных веществ в контрольном створе в воде водоемов, используемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения (категория 1, вид водопользования 1), выраженные через допустимое увеличение содержания взвешенных веществ по отношению к их фоновой концентрации в водоприемнике, были установлены на уровне 0,25 мг/л, а для водоемов, используемых для культурно-бытовых нужд (категория 1, вид водопользования 2), – 0,75 мг/л. Для водоемов, используемых для рыбохозяйственных целей (категория 2, виды – 1 и 2), допустимое увеличение содержания взвешенных веществ по отношению к их фоновой концентрации в водоприемнике установлено равным 0,25 и 0,75 мг/л соответственно для видов водопользования 1 и 2. Требование по показателю БПК₅ в контрольном створе в воде водоемов, используемых для хозяйствен-

но-питьевого водоснабжения (категория 1, вид водопользования 1), было установлено на уровне 2 мг/л. Для водоемов, используемых для культурно-бытовых нужд (категория 1, вид водопользования 2), – 4 мг/л. Для водоемов, используемых для рыбохозяйственных целей (категория 2, виды водопользования 1 и 2), показатель БПК₅ не должен превышать 2 мг/л. В Правилах 1961 г. в перечень общих требований к свойствам воды поверхностных водоемов был введен показатель – температура. Температура воды водоема в расчетном створе для всех категорий и видов водопользования в летний период не должна увеличиваться более чем на 3 °С, а в зимний период для рыбохозяйственных водоемов было установлено ограничение – не более чем на 5 °С.

В 1975 г. были опубликованы «Правила охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами», утвержденные 16 мая 1974 г. № 1166-74 министерствами здравоохранения СССР, рыбного хозяйства СССР и мелиорации и водного хозяйства СССР. Общие требования, определяющие условия спуска сточных вод и степень их чистоты, были перепечатаны из предыдущей редакции с изменением одной нормы – допустимого увеличения температуры в воде рыбохозяйственных водоемов в летний период. Старая норма была установлена на уровне до 3 °С, а новая норма – до 5 °С. В этих Правилах в отличие от предыдущих изданий в России нормативных документов по спуску сточных вод была установлена числовая норма по содержанию возбудителей заболеваний *в очищенных сточных водах* после обеззараживания – коли-индекс. Нормативное значение этого показателя было установлено следующим образом – коли-индекс должен быть не более 1000 при остаточном хлоре не менее 1,5 мг/л.

С 1 января 1989 г. был введен СанПиН 4630–88 «Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнений», утвержденный 4 июля 1988 г. Министерством здравоохранения СССР. После введения в действие СанПиН 4630–88 утратили силу пункты, разделы и приложение № 1 из «Правил охраны поверхностных вод от загрязнений» (утвержденных в 1974 г.), регламентирующие гигиенические требования к охране водоемов и водотоков. В СанПиН 4630–88, в отличие от предыдущих изданий в России нормативных документов по спуску сточных вод, была установлена *числовая норма показателя ХПК воды в расчетном створе водотоков и водоемов, используемых для хозяйственно-питьевого водопользования*, равная 15 мг/л, а для коммунально-бытовых нужд – 30 мг/л. Вместо ранее применяемой нормы – коли-индекс, предназначенной для контроля

за содержанием возбудителей заболеваний в очищенных сточных водах после обеззараживания, в СанПиН 4630–88 были установлены три новых параметра и их *числовые нормы по содержанию в воде водных объектов* в пунктах хозяйственно-питьевого и коммунально-бытового водопользования: а) лактозоположительных кишечных палочек, б) колифагов, в) жизнеспособных яиц гельминтов и цист патогенных кишечных простейших. Нормы по взвешенным веществам, растворенному кислороду, БПК и другим общим показателям были установлены на уровне предшествующего нормативного документа (Правила 1974 г.).

В 1991 г. взамен нормативного документа «Правила охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами» издания 1974 г. были введены в действие «Правила охраны поверхностных вод», утвержденные 21 февраля 1991 г. № 03–13/57–442 Государственным комитетом СССР по охране природы. В этом законодательном акте были собраны и узаконены в новом формате действующие в 1991 г. требования по нормированию веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и коммунально-бытового водопользования (из СанПиН 4630–88) и в рыбохозяйственных водных объектах. В 2006 г. «Правила охраны поверхностных вод», узаконенные в 1991 г., прекратили действие в связи с тем, что после введения в действие 3 июня 2006 г. «Водного кодекса РФ» № 74-ФЗ законодательные акты СССР, содержащие нормы по регулированию водных отношений, признаются не действующими на территории РФ.

С 1 января 2001 г. взамен СанПиН 4630–88 был введен СанПиН 2.1.5.980–00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод», утвержденный Главным государственным санитарным врачом РФ 22 июня 2000 г. и опубликованный Министерством здравоохранения России. По состоянию на март 2020 г. правила и нормы из СанПиН 2.1.5.980–00 действуют с изменениями от 4 февраля 2011 г. и 25 сентября 2014 г. Общие требования к составу и свойствам воды водоисточника, регламентированные СанПиН 2.1.5.980–00, установлены такие же, как и в СанПиН 4630–88, но с дополнением еще двух показателей с числовой нормой содержания в воде водоисточника возбудителей заболеваний – термотолерантные колиформные бактерии и общее содержание колиформных бактерий, а норма на определение лактозоположительных кишечных палочек отменена.

Действующие по состоянию на март 2020 г. нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения изложены в приказе № 522 от 13 декабря 2016 г. Минсельхоза РФ

(с изменениями на 12 октября 2018 г.). В этом документе общие нормы качества воды установлены аналогичные нормам, принятым в документе «Правила охраны поверхностных вод» издания 1991 г., за исключением норм для параметра БПК. В Нормативах качества воды из приказа № 522 установлена такая же, как и в предыдущих изданиях правил, числовая норма БПК_{полн.} на уровне 3 мг/л, но при этом дополнительно установлена новая норма БПК₅, равная 2,1 мг/л. Следует обратить внимание на то, что с даты включения показателя БПК₅ в Правила спуска сточных вод в 1943 г. (ГОСТ В 1324–43) было принято считать, что значение параметра БПК_{полн.}, равное 3 мг/л, является эквивалентом БПК₅, равному 2 мг/л.

В зарубежных странах *нормы чистоты воды установлены непосредственно для сточных вод на выпуске со станции очистки*, а на территории РФ расчет нормативного качества очищенных (сбрасываемых) сточных вод основывается на нормировании *состава и свойств воды в водном объекте в контрольном створе* (на расстоянии 500 м ниже выпуска сточных вод для всех видов водопользования) с учетом того, что после сброса сточных вод в водном объекте теоретически произойдет определенное разбавление загрязняющих веществ, содержащихся в сточных водах, более чистой водой водоприемника. Учитывая приведенные различия в методиках нормирования, становится очевидным, что недопустимо сравнивать нормы чистоты воды, установленные для совершенно разных объектов. В первом варианте рассматриваемый объект – это сточные воды, а во втором – вода в водоприемнике в контрольном створе после спуска сточных вод. В большинстве случаев из реальной практики проектирования и эксплуатации станций очистки, вследствие того что фоновые концентрации веществ в водных объектах находятся на уровне (или выше) нормативов качества воды в водных объектах рыбохозяйственного значения, проектировщикам (инженерам по санитарной технике) *приходится «назначать нормативные требования к составу и свойствам воды водных объектов непосредственно к самим сточным водам»*, следуя требованиям пункта 9 Методики разработки нормативов допустимых сбросов (НДС), утвержденной приказом Минприроды РФ от 17 декабря 2007 г. № 333 (в ред. 31 июля 2018 г.). Поэтому сравнение фактически применяемых в РФ норм качества сточных вод, утвержденных на основе расчета НДС для контроля работы станций очистки, и норм качества сточных вод, узаконенных в зарубежных странах, является корректным. Сравнение нормативов по двум основным показателям очищенных сточных вод – БПК₅ и концентрация

взвешенных веществ, на основе которых принимаются основные проектные решения по выбору технологических процессов для очистки сточных вод, обработки и утилизации их компонентов, выбирается состав сооружений станций очистки и рассчитываются их параметры, показывает, что в зарубежных странах предельно допустимые значения этих параметров установлены намного выше российских нормативов для сточных вод, рассчитанных при разработке НДС. Следует также отметить, что нормативы качества воды по этим двум показателям, действующие в настоящее время в странах ЕС и США, являются мягче норм английского «стандарта 20/30» (БПК₅/концентрация взвешенных веществ), применяемого в Англии с 1912 по 1994 гг. Например, в странах ЕС в соответствии с Директивой 91/271/ЕЕС приняты нормативные значения показателей БПК₅, равное 25 мг/л (при минимальном снижении содержания биологически окисляемых органических веществ на станции очистки на 70–90 %), и ХПК – 125 мг/л. Предельно допустимое содержание взвешенных веществ в сточных водах, сбрасываемых из станций очистки производительностью при эквиваленте населения (ЭН) более 10000, установлено на уровне 35 мг/л, а для станций очистки при ЭН, равном 2000–10000, допускается 60 мг/л.

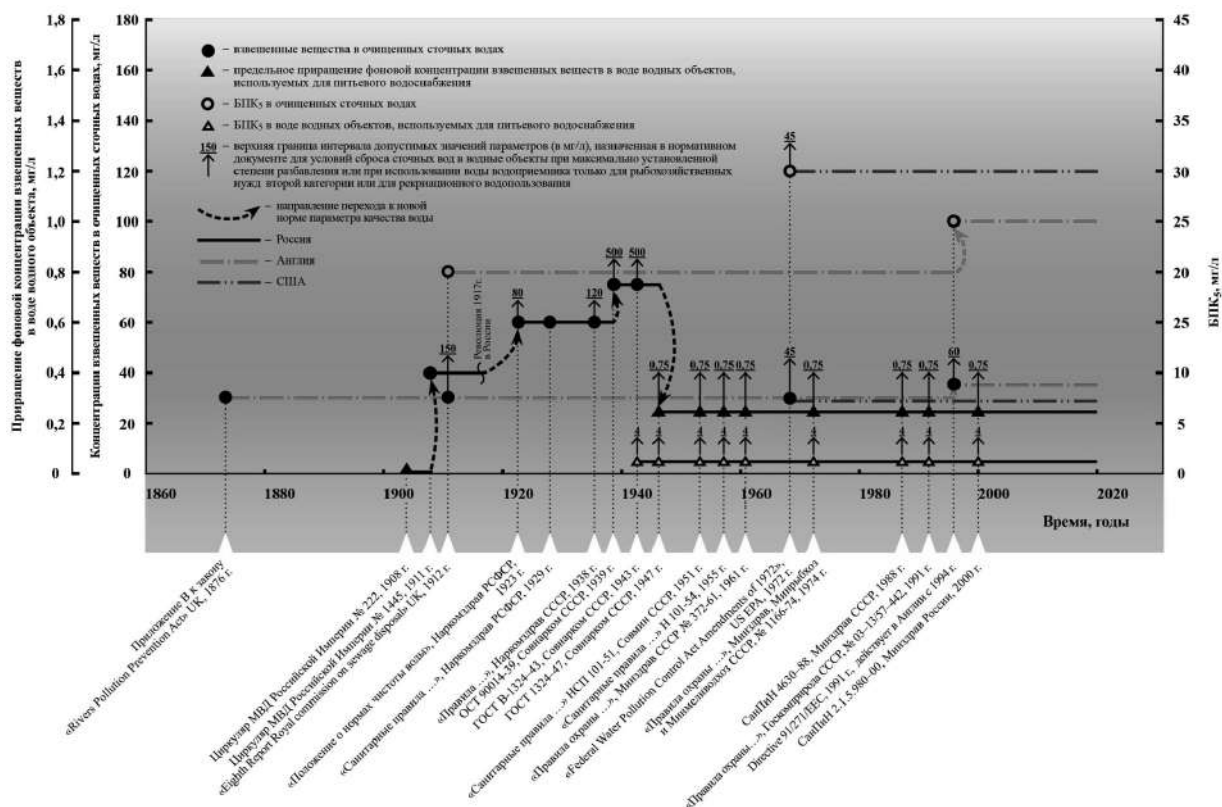
В США в 1972 г. Конгресс принял закон «Federal Water Pollution Control Act Amendments of 1972», который больше известен под сокращенным названием «Закон о чистой воде» («Clean Water Act»). В нем были узаконены федеральные стандарты качества сточных вод на выпуске в поверхностные водные объекты после вторичной (биологической) очистки. На официальном сайте US Environment Protection Agency (EPA), учрежденном в 1970 г., размещены актуализированные документы, регламентирующие порядок ограничения сброса сточных вод и стандарты минимального уровня их очистки на основе доступных технологий. Федеральные стандарты качества сточных вод, узаконенные в 1972 г., требуют удаления взвешенных веществ и снижения БПК₅ не менее чем на 85 % при очистке городских сточных вод на станциях очистки, принадлежащих государству или муниципалитету. Предельная концентрация взвешенных веществ в очищенных сточных водах принята 30 мг/л, а предельное значение параметра БПК₅ – 30 мг/л. При рассмотрении предельных норм параметров концентрации взвешенных веществ и БПК₅, установленных в инструкциях US EPA, следует принять к сведению оригинальную методику оценки измерений параметров, которая сводится к определению значения контроли-

руемого параметра посредством вычисления среднего арифметического значения БПК₅ (для параметра концентрация взвешенных веществ тоже) в пробах очищенной сточной воды, отбираемых за 30 последовательных дней. Полученное значение не должно превышать 30 мг/л. В инструкциях US EPA также указано, что среднее арифметическое значение для параметров БПК₅ и концентрация взвешенных веществ в пробах очищенной сточной воды, отбираемых за 7 последовательных дней, не должны превышать 45 мг/л.

На рисунке отображена наиболее важная информация об эволюции нормативных требований к качеству и свойствам очищенных сточных вод и воды поверхностных водных объектов в контрольном створе после спуска сточных вод.

Сравнение норм к спуску сточных вод для основных показателей – взвешенные вещества и БПК, установленных в ГОСТ 1324–47, с ранее применяемыми в СССР и действующими сегодня в странах ЕС и США, показывает, что в России в 1947 г. был выбран курс на существенное ужесточение гигиенического нормирования (см. рисунок). Пренебрежение гигиенистами и ихтиологами, принимавшими участие в разработке и утверждении норм чистоты сточных вод в ГОСТ 1324–47, основополагающего принципа – *обеспечение достижимости установленной нормы чистоты воды доступными технологическими способами* привело к современному кризису в области строительства и эксплуатации систем канализации поселений и предприятий, а также в области охраны окружающей среды. Заслуживает внимания подробное описание «системных проблем» в этих сферах на современном этапе, представленное в ИТС 10–2015. Современное критическое состояние в области очистки сточных вод обусловлено многими факторами, но в первую очередь в результате применения с 1947 г. системы нормирования сброса сточных вод, *основанной на использовании технически недостижимых ПДК*.

После введения в действие нормативных документов: ИТС 10–2015, ИТС 22.1–16, ИТС 10–2019 и «Правила отнесения водных объектов к категориям водных объектов для целей установления технологических показателей НДТ в сфере очистки сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений или городских округов» (утвержденные постановлением Правительства РФ от 26 октября 2019 г. № 1379) и внесения изменений в № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды», касающихся применения при нормировании сброса сточных вод технологических показате-



Предельно допустимые значения БПК₅ и концентрации взвешенных веществ в очищенных сточных водах и в воде поверхностных водных объектов в контрольном створе после сброса сточных вод, рекомендованные или узаконенные в федеральных нормативных документах в России, Англии и США в период 1876–2020 гг.

телей НДТ, начался процесс практических действий по кардинальному изменению нормирования сброса сточных вод в водные объекты в РФ. Эти действия являются результатом смены парадигмы – концептуальной модели постановки задач и их решения в области охраны водных объектов от загрязнения сточными водами и улучшения санитарно-эпидемиологического благополучия населения. Следует отметить, что применение технологических показателей НДТ в реальном проектировании новых и реконструкции существующих станций очистки сточных вод невозможно до тех пор, пока не будут внесены изменения в Методику разработки нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты (2008 г. с изм. 2018 г.) и ряд других нормативных актов, регламентирующих правила сброса сточных вод, обеспечивающие приведение норм и правил в этих документах в соответствие с концепцией нормирования, предлагаемой в ИТС 10–2019.

Выводы. 1. Анализ работ, посвященных развитию санитарного законодательства в России до 1917 г., показывает, что, наряду с раз-

витием теории нормирования загрязнений в сточных водах на выпуске в водные объекты и накоплением статистических данных о составе воды в водоприемниках и составе различных категорий сточных вод, были разработаны также числовые нормы для ряда параметров сточных вод и правила их сброса в поверхностные водные объекты.

2. Система нормирования сброса сточных вод в поверхностные водные объекты, действующая в России с 1947 до 2019 гг., формировала установление ПДК по большинству загрязняющих веществ на уровне технически недостижимых концентраций.

3. Введение в действие нормативных документов: ИТС 10–2019 и «Правила отнесения водных объектов к категориям водных объектов для целей установления технологических показателей НДТ ...» (2019 г.), а также внесение изменений в № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды», касающихся применения при нормировании сброса сточных вод технологических показателей НДТ, является очередным этапом практических действий по кардинальному изменению нормирования сброса сточных вод в поверхностные водные объекты в РФ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Полное собрание законов Российской Империи. Собрание второе. Том XX. Отделение первое. 1845. От № 18573-19303. СПб.: Типография II отделения собственной его императорского величества канцелярии, 1846. 1045 с. URL: http://nlr.ru/e-res/law_r/search.php.

2. Устав о наказаниях, налагаемых мировыми судьями, разъясненный решениями уголовного кассационного департамента правительствующего сената за 1866–1871 года / М.П. Тимофеев. СПб.: Типография К.Н. Плотнокова, 1872. 158 с.

3. Попов М. Санитарные мероприятия. Стоки за границу и в России. Отдел первый. Городские и загородные стоки за границу. СПб.: Типография Эдуарда Гоппе, 1875. 221 с.

4. Галанин М.И. Санитарная организация в Западно-Европейских государствах. Ч. 1. Англия, Австрия, Германская Империя, Италия, Франция. СПб.: Товарищество паровой скоропечатни Яблонский и Перотт, 1889. 213 с.

5. Васильев А. Материалы для проекта мостовых и сточных труб в городах и преимущественно в С.-Петербурге. Ч. 1. СПб.: Типография главного управления путей сообщения, 1861. 102 с.

6. Попов М. Санитарные мероприятия. Стоки за границу и в России. Отдел второй. Городские и загородные стоки в России. СПб.: Типография Эдуарда Гоппе, 1875. 201 с.

7. Еншь А.К. Канализация городов и очистка сточных вод. СПб.: Типография журнала «Строитель», 1903. 222 с.

8. The Rivers Pollution PREVENTION ACT, 1876. 39&40 Vict. c. 75; with introduction, notes and index by Alexander Glen. London: KNIGHT&CO. Local government publishers, 1876. 122 p.

9. Хлопин Г.В. Загрязнение проточных вод хозяйственными фабричными отбросами и меры к его устранению. 2-е изд., испр. и доп. Юрьев: Типография К. Маттисена, 1902. 115 с.

10. Whitehead H.C. One hundred years progress in sanitation in Great Britain // Journal of the Royal Sanitary Institute. 1945, vol. LXV, no 2, April, pp. 65–84.

11. Зильберман В. Отчет о командировке постоянного эпидемического врача Губернской земской управы // Врачебно-санитарная хроника Тамбовской губернии. 1912. № 12. Тамбов: Типография Губернского земства, 1913. С. 409–438.

12. Иванов В.Ф. Очистка городских сточных вод. Изд. 2-е, доп. Одесса: Одесское отделение научно-технического управления ВСНХ УССР, 1929. 509 с.

13. Хлопин Г.В. Материалы по оздоровлению России. Санитарное описание г.г. Астрахани, Самары и Царицына с указанием мер, необходимых для их оздоровления. СПб.: Типография Министерства внутренних дел, 1911. 295 с.

14. Устав строительный (Свод законов. Т. XII, ч. 1, изд. 1900 г. и по Продлениям 1906 и 1908 гг.).

Измененный и дополненный узаконениями, обнародованными по 23 июня 1912 г.

15. Черкинский С.Н. Проблема санитарной охраны водоемов в СССР // Гигиена и санитария. 1947. № 11. С. 5–14.

16. Соколов А.Д. К вопросу об охране общественных водоемов от загрязнения (Биологические фильтры в применении к очистке сточной жидкости) // Общественный врач. 1911. № 3. С. 16–28. № 4. С. 1–12.

17. Final report of the commissioners appointed to inquire and report what methods of Treating and Disposing of Sewage (including any Liquid from any Factory or Manufacturing Process) May properly be adopted. Generally summary of conclusions and recommendations / Presented to both Houses of Parliament by Command of His Majesty. London: PUBLISHED BY HIS MASTER'S STATIONERY OFFICE, 1915. 19 p. URL: <http://www.archive.org/details/cu31924003641929>.

18. Барсов К.К., Бруевич С.В., Долгов Г.И., Дьяконов П.П. и др. Стандартные методы исследования питьевых и сточных вод. М.: Мосполиграф, 1927. 252 с.

19. Строганов С.Н., Корольков К.Н. Биологическая очистка сточных вод. М.; Л.: Государственное научно-техническое издательство строительной индустрии и судостроения, 1934. 191 с.

20. Правила и инструкция по спуску сточных вод в открытые водоемы // Водоснабжение и санитарная техника. 1938. № 4. С. 84–87.

21. Сборник важнейших официальных и справочных материалов по санитарным и противоэпидемическим вопросам в помощь госсанинспектору и эпидемиологу / под общ. ред. Г.А. Митирева. М.; Л.: Государственное издательство медицинской литературы «МЕДГИЗ», 1941. 645 с.

22. Поддубный М.В. Санитарная охрана окружающей среды в России и СССР в первой половине XX века. Киев: Киевский эколого-культурный центр, 1997. 88 с. URL: <http://www.ecoethics.ru/old/b30/>.

23. Белов П.С., Демидов Л.Г., Лукиных А.А., Пономарева А.Н., Фальковский Н.И., Швецов Е.Д. Канализация промышленных предприятий и населенных мест. Ч. 1. Канализационная сеть / под ред. П.С. Белова. М.; Л.: Гос. Изд-во строительной литературы, 1944. 376 с.

24. Санитарная охрана водоемов от загрязнения промышленными сточными водами (Экспериментальные исследования). Вып. 1 / под ред. проф. С.Н. Черкинского. М.: Государственное издательство медицинской литературы «МЕДГИЗ», 1949. 263 с.

25. Санитарная охрана водоемов от загрязнения промышленными сточными водами (Предельно допустимые концентрации вредных веществ в водоемах). Вып. 2 / под ред. проф. С.Н. Черкинского. М.: Государственное издательство медицинской литературы «МЕДГИЗ», 1954. 227 с.

REFERENCES

1. *Polnoe sobranie zakonov rossijskoj imperii* [The complete collection of laws of the Russian Empire]. The 2d

edition, V. XX, The first branch, 1845, no. 18573-19303. SPb, Printing house of the II department of his own Imperial Majesty the Chancellery, 1846. 1045 p. Available at: http://nlr.ru/e-res//law_r/search.php.

2. Timofeev M.P. *Ustav o nakazaniyah nalagaemykh mirovymi sud'yami raznyasennykh resheniyami ugovnogo kassatsionnogo departamentapravitel'stvyuyushchego senata za 1866–1871 goda* [The statute of penalties imposed by justices of the peace, explained by the decisions of the criminal cassation department of the Government Senate for 1866-1871]. SPb, Printing house K.N. Plotnikov, 1872. 158 p.

3. Popov M. *Sanitarnye meropriyatiya Stoki za graniceyu I v Rossii Otdel pervoy Gorodskie I zagorodnye stoki za graniceyu* [Sanitary measures. Drains abroad and in Russia. Division one. Urban and suburban drains abroad]. SPb., Printing house of Eduard Goppe, 1875. 221 p.

4. Galanin M.I. *Sanitarnaya organizatsiya v Zapadno-Evropejskikh gosudarstvakh* [Sanitary organization in the Western European states. Part 1. England, Austria, German Empire, Italy, France]. SPb., Partnership of steam early printing Yablonsky and Perott, 1889. 213 p.

5. Vasiliev A. *Materialy dlya proekta mostovykh i stochnykh trub v gorodakh i preimushchestvenno v S.-Peterburge* [Materials for the design of bridge and sewage pipes in cities and mainly in St. Petersburg]. Part 1. SPb., Printing House of the Main Directorate of Communications, 1861. 102 p.

6. Popov M. *Sanitarnye meropriyatiya. Stoki za graniceyu i v Rossii. Otdel vtoroj. Gorodskie i zagorodnye stoki v Rossii* [Sanitary measures. Drains abroad and in Russia. Division Two. Urban and suburban drains in Russia]. SPb., Printing house of Eduard Goppe, 1875. 201 p.

7. Ensich A.K. *Kanalizatsiya gorodov i ochistka stochnykh vod* [Sewerage of cities and wastewater treatment]. SPb., Printing house of the journal «Builder», 1903. 222 p.

8. The Rivers Pollution PREVENTION ACT, 1876.39-40 Vict. c. 75; with introduction, notes and index by Alexander Glen. London: KNIGHT&CO. Local government publishers, 1876. 122 p.

9. Khlopin G.V. *Zagryaznenie protochnykh vod hozyajstvennymi fabrichnymi otbrosami i mery k ego ustraneniyu: posobie dlya studentov i vrachej* [Running-water pollution by industrial waste and measures to eliminate it: a manual for students and doctors]. 2nd ed., Rev. and add. Yuriev: Printing house of K. Mattisen, 1902. 115 p.

10. Whitehead H.C. One hundred years progress in sanitation in Great Britain. Journal of the Royal Sanitary Institute, 1945, Vol. LXV, no. 2, April, pp. 65–84.

11. Zilberman V. Report on a business trip of a permanent epidemic doctor of the Provincial Zemstvo Council. *Vrachebno-sanitarnaya hronika Tambovskoj gubernii* [Medical and sanitary chronicle of the Tambov province], 1912, no.12. Tambov, Printing House of the Provincial Zemstvo, 1913, pp. 409–438. (in Russian)

12. Ivanov V.F. *Ochistka gorodskikh stochnykh vod* [Urban Wastewater Treatment]. 2d edition, add. Odessa, Odessa branch of the scientific and technical management of the Supreme Economic Council of the Ukrainian SSR, 1929. 509 p.

13. Khlopin G.V. *Materialy po ozdorovleniyu Rossii. Sanitarnoe opisanie g.g. Astrahani, Samary i Caricyna s ukazaniem mer, neobkhodimyykh dlya ih ozdorovleniya* [Materials on the improvement of Russia. Sanitary description Astrakhan, Samara and Tsaritsyn, indicating the measures necessary for their recovery]. SPb., Printing house of the Ministry of the Interior, 1911. 295 p.

14. *Ustav stroitel'nyy* The building code (Code of laws. T. XII, part 1, ed. 1900 and the Renewals of 1906 and 1908). Amended and supplemented by laws promulgated on June 23, 1912.

15. Cherkinsky S.N. The problem of sanitary protection of reservoirs in the USSR. *Gigiena i sanitariya* [Hygiene and sanitation], 1947, no. 11, pp. 5-14. (in Russian)

16. Sokolova A.D. On the issue of protecting public water bodies from pollution (Biological filters as applied to wastewater treatment). *Obshchestvennyy vrach* [Public Doctor], 1911, no. 3, pp. 16–28, no. 4, pp. 1–12. (in Russian)

17. Final report of the commissioners appointed to inquire and report what methods of Treating and Disposing of Sewage (including any Liquid from Factory or Manufacturing Process) May properly be adopted. Generally summary of conclusions and recommendations / Presented to both Houses of Parliament by Command of His Majesty. London, PUBLISHED BY HIS MASTER'S STATIONERY OFFICE, 1915. 19 p. Available at: <http://www.archive.org/details/cu31924003641929>.

18. Barsov K.K., Bruevich S.V., Dolgov G.I., Dyakonov P.P. *Standartnye metody issledovaniya pit'evykh i stochnykh vod* [Standard methods for drinking and wastewater study]. Moscow, Mospoligraf, 1927. 252 p.

19. Stroganov S.N., Korolkov K.N. *Biologicheskaya ochistka stochnykh vod* [Biological wastewater treatment]. M., L. State Scientific and Technical Publishing House of the construction industry and shipbuilding, 1934. 191 p.

20. Rules and instructions for the discharge of wastewater into open water bodies. *Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika* [Water supply and sanitary equipment], 1938, no. 4, pp. 84–87. (in Russian)

21. *Sbornik vazhneyshih oficial'nykh i spravochnykh materialov po sanitarnym i protivoepidemicheskim voprosam v pomoshch' gossaninspektoru i epidemiologu* [A collection of the most important official and reference materials on sanitary and anti-epidemic issues to help the state inspector and epidemiologist] under general. ed. G.A. Mitireva. M., L., MEDGIZ, 1941. 645 p.

22. Poddubny, M.V. *Sanitarnaya ohrana okruzhayushchej sredy v Rossii i SSSR v pervoj polovine XX veka* [Sanitary protection of the environment in Russia and the USSR in the first half of the twentieth century]. M.V. Poddubny. Kiev Ecological and Cultural Center, 1997. 88 p. Available at: <http://www.ecoethics.ru/old/b30/>.

23. Belov P.S., Demidov L.G., Lukinykh A.A., Ponomareva A.N., Falkovsky N.I., Shvetsov E.D. *Kanalizatsiya promyshlennykh predpriyatij i naseleennykh mest* [Sewerage of industrial enterprises and populated areas]. Part I. Sewer network. ed. of P.S. Belova. M., L., State Publishing House of Building Literature, 1944. 376 p.

24. *Sanitarnaya ohrana vodoemov ot zagryazneniya promyshlennymi stochnymi vodami* [Sanitary protection of reservoirs from pollution by industrial wastewater] (Experimental studies). Vol. 1. ed. of prof. S.N. Cherkinsky. Moscow, MEDGIZ, 1949. 263 p.

25. *Sanitarnaya ohrana vodoemov ot zagryazneniya promyshlennymi stochnymi vodami* [Sanitary protection of water bodies from pollution by industrial wastewater] (Maximum permissible concentrations of harmful substances in water bodies). i. 2. ed. of prof. S.N. Cherkinskiy. Moscow, MEDGIZ, 1954. 227 p.

Об авторе:

ШУВАЛОВ Михаил Владимирович

кандидат технических наук, директор Академии строительства и архитектуры, доцент кафедры водоснабжения и водоотведения
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244,
тел.: (846) 242-41-70
E-mail: ekos240@gmail.com

SHUVALOV Mikhail V.

PhD in Engineering Science, Director Of Academy of Architecture and Civil Engineering, Associate Professor of Water Supply and Wastewater Chair
Samara State Technical University.
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244,
tel: (846) 242-41-70
E-mail: ekos240@gmail.com

Для цитирования: *Шувалов М.В.* Системный анализ эволюции нормативных требований к составу и свойствам сточных вод при сбросе в поверхностные водные объекты // Градостроительство и архитектура. 2020. Т. 10, № 2. С. 43–56. DOI: 10.17673/Vestnik.2020.02.7.

For citation: *Shuvalov M.V.* System Analysis of Normative Requirements Evolution in Terms of Composition and Characteristics of Sewage Discharged into Surface Water Bodies. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2020, Vol. 10, no. 2, Pp. 43–56. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2020.02.7.

Уважаемые читатели!

Научно-технический центр «АРХИГРАД» приглашает к сотрудничеству.

Основные направления деятельности Центра:

- градостроительство, градостроительная реконструкция
- территориальное планирование
- архитектурное и ландшафтное проектирование
- реконструкция зданий и сооружений
- экспертная деятельность
- повышение квалификации руководителей и специалистов организаций

Руководитель *Вавилонская Татьяна Владимировна*

Контакты:

443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194, корпус 13 (АСА СамГТУ), каб. 0102
тел. (846) 242-52-21
E-mail: baranova1968@mail.ru

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ



УДК 692.23.711

DOI: 10.17673/Vestnik.2020.02.8

**А. Ю. ЖИГУЛИНА
А. Г. ЧИКНОВОРЬЯН
С. А. МИЗЮРЯЕВ**

ПРИМЕНЕНИЕ ЛЕГКОБЕТОННЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КОМФОРТНОСТИ ЖИЛЬЯ

APPLICATION OF LIGHT-CONCRETE ENCLOSING STRUCTURES
TO INCREASE RESIDENTIAL COMFORT

Статья посвящена обоснованию применения легких бетонов для производства ограждающих конструкций, создающих комфортный микроклимат в помещениях. Предложены пути расширения области применения легкого бетона за счет внедрения материала слитной структуры без мелкого заполнителя. Приведено обоснование научной гипотезы о том, что применение различных типов воздухововлекающих поверхностно-активных веществ позволит создать перспективный материал, многочисленные преимущества которого позволят считать его достойной альтернативой многослойным конструкциям.

The article is devoted to the justification of the use of light concrete for the production of enclosing structures that create a comfortable microclimate in the premises. Ways to expand the scope of light concrete application by introducing a material of a fused structure without a fine aggregate are proposed. The article substantiates the scientific hypothesis that the use of various types of air-entrapping surfactants will create a promising material, the numerous advantages of which allow us to consider it a worthy alternative to multilayer structures.

Ключевые слова: комфортность жилья, легкие бетоны, поризация, теплоизоляция, ограждающие конструкции

Keywords: residential comfort, lightweight concrete, porization, thermal insulation, enclosing structures

Комфортность жилья – это многофакторный критерий. Он подразумевает комфорт внешней и внутренней среды обитания человека. Внешняя среда воздействует на человека через микроклимат зданий и застройки. На комфорт внешних условий проектируемой среды оказывают влияние следующие факторы: природные, антропогенные, градостроительные, эстетические и инженерные системы. Критериями уровня комфортности внутреннего пространства являются: функциональные факторы – объемно-планировочные и конструктивные решения, уровень инженерного благоустройства; санитарно-гигиенические факторы – температурно-влажностный режим, световой и шумовой режимы, экологическая безопасность [1].

Немалую роль в создании комфортного микроклимата жилых помещений играют ограждающие конструкции и материалы, из которых они сделаны.

Как известно, ограждающие конструкции, в частности стены, должны совмещать несущие и ограждающие функции. Кроме того, к ним предъявляются противопожарные, тепло- и звукоизоляционные требования, а с точки зрения архитектуры – эстетические требования. Они в значительной степени обеспечивают энергоэффективность здания. От теплоизоляционных качеств стен во многом зависит температурно-влажностный режим помещения, а от материала конструкции – экологическая безопасность жилища. Понятие «экологическая

безопасность» включает в себя химическую и биологическую безопасность жилища. Химическая безопасность подразумевает комфортное для человека состояние воздушной среды, контролируемое по интегральному количеству вредных веществ в воздухе помещений жилища, в том числе и выделяющихся в процессе эксплуатации из строительных материалов. Под биологической безопасностью подразумевается отсутствие биоповреждений материалов и конструкций плесневыми грибами, насекомыми и грызунами.

Немаловажным качеством ограждающей конструкции является ее технологичность как на стадии производства, так и на стадии монтажа. Важным экономическим показателем эффективности конструкции является ее стоимость.

Примером удачного совмещения всех вышеперечисленных требований, реализованных в конструкции стенового ограждения, являются ограждения из легкого бетона.

История развития легких бетонов с учетом их массового применения в строительстве насчитывает всего несколько десятков лет. Между тем отличия легких бетонов от традиционных видов обычного бетона весьма существенны. Это позволяет создавать эффективные композиции для производства конструктивных легких бетонов для стеновых конструкций.

В общем объеме возводимых ограждений в жилищном строительстве на долю изделий из легкого бетона приходится до 50 %. В малоэтажном домостроении широко используются блоки из керамзитобетона. При строительстве из таких блоков расходуется вдвое меньше раствора, чем при возведении кирпичных стен. При этом скорость монтажа повышается в несколько раз. Стены из легкобетонных блоков отличаются архитектурной выразительностью и эстетичностью и поэтому не требуют дополнительной отделки (рис. 1).



Рис. 1. Стеновые легкобетонные панели

Возрождается интерес заказчиков и производителей к однослойным стеновым панелям, которые отличаются простотой технологии изготовления и невысокой стоимостью.

Долговечность легкого бетона доказана на примере зданий и сооружений, которые эксплуатируются многие годы [2–4] (рис. 2).

В современных условиях при повышенном внимании к энергоэффективности зданий [5,6] широкое распространение получили многослойные ограждения. Они безусловно обладают хорошими теплоизоляционными свойствами. Но, рассматривая их с точки зрения микроклиматического комфорта помещений, необходимо учитывать особенности их эксплуатации. Однослойные стены из бетона обладают хорошей паропроницаемостью. Конструкция трехслойных стен содержит паронепроницаемый утеплитель. Для создания комфортного для человека микроклимата в помещениях с трехслойным ограждением необходима организация принудительной вентиляции и регулирование влажности воздуха в помещениях. Без этих мероприятий закономерно увеличивается влажность воздуха и конструкций, что может привести к биоповреждениям и появлению у жителей суставных и бронхо-легочных заболеваний, возникновению аллергических реакций. При этом сэкономленное тепло будет уходить через форточки при проветривании помещений.

По мнению авторов, существует реальная возможность использования в жилищном строительстве более комфортных однослойных легкобетонных конструкций при условии изыскания эффективных способов повышения их теплоизоляционных качеств. Решением проблемы может стать разработка технологических способов снижения плотности легкого бетона.

В связи с вышеизложенным актуальной задачей можно считать разработку технологии,



Рис. 2. Жилой дом из легкобетонных панелей

направленной на изменение структуры бетона, в частности на изготовление легкого поризованого бетона слитной структуры без мелкого заполнителя. Поризацию бетона возможно производить за счет использования различных типов воздухововлекающих добавок и поверхностно-активных веществ.

В современных условиях на начальном этапе более правильным следует считать направление на видоизменение и улучшение свойств керамзита как заполнителя для легких бетонов, выпускаемого промышленностью. Одним из путей решения данной проблемы является организация производства особо легкого керамзита с насыпной плотностью около 200 кг/м^3 . На таком керамзите с применением новых технологических решений по уменьшению теплопроводности бетона возможна организация производства эффективных ограждающих конструкций.

Производство особо легкого керамзитового гравия будет иметь ряд технологических особенностей, касающихся его свойств, свойств сырья и технологии производства. Из сырья с высоким содержанием глинистой фракции путем варьирования органических и железистых составляющих можно изготовить особо легкий керамзитовый гравий с насыпной плотностью $180\text{--}220 \text{ кг/м}^3$ при обязательном соблюдении условий ведения процесса термообработки по оптимальному температурному режиму.

Одним из главных факторов получения качественного легкого бетона является использование эффективных пенообразователей, а также высокодисперсных минеральных компонентов.

Это касается технологии приготовления беспесчаных керамзитобетонных смесей и изготовления на их основе однослойных наружных панелей с улучшенными теплотехническими характеристиками на базе особо легкого керамзитового гравия с насыпной плотностью $180\text{--}220 \text{ кг/м}^3$.

Эффективность данной технологии обусловлена применением новых устойчивых пенообразователей, например силикатного пенообразователя ПО-6К производства «Салаватнефтеоргсинтез».

Для приготовления керамзитопенобетонов возможно использование стандартного оборудования практически без его переделки. Мелкий заполнитель полностью исключается из состава бетона. Применение керамзитобетона позволяет уменьшить толщину однослойных стеновых панелей до $55\text{--}60 \text{ см}$. Это делает их конкурентоспособными со стенами из кирпича и трехслойных панелей, отличающихся большей материалоемкостью, трудоемкостью и стоимостью.

Высокую эффективность показали составы поризованого легкого бетона слитной структуры без мелкого заполнителя на керамзитовом гравии с насыпной плотностью от 200 до 500 кг/м^3 . Расход гравия в бетоне составляет 1 м^3 (в неуплотненном состоянии) на 1 м^3 бетона, а расход цемента М 400 для получения данного вида бетона марок от М 35 до М 100 составляет от 300 до 400 кг/м^3 . Степень поризации бетона смеси в зависимости от расхода пенообразователя и расхода цемента находится в пределах $8\text{--}12 \%$ [7].

Особенностью структуры бетонов с воздухововлекающими добавками является наличие замкнутых пор микроскопических размеров, равномерно наполняющих тело бетона.

Проблема увеличения однородности структуры легкого бетона решается выбором способа и временем формирования изделия, а также условиями его твердения. Пористость легкого бетона характеризуется объемом вовлеченного воздуха и однородностью его распределения. Такой бетон обладает главным образом закрытой пористостью со средним диаметром пор около $0,001 \text{ м}$. Именно это структурное изменение позволяет повысить сопротивление теплопередаче материала [8].

Практика применения данного бетона позволила выявить ряд проблем, которые требуют проведения дополнительных исследований:

- высокий коэффициент вариации прочности и плотности бетона (до $20\text{--}40 \%$), связанный с высокой неоднородностью легкого заполнителя по плотности (это недостаток всех видов легких бетонов и одна из причин отказа от его использования в конструктивных бетонах);
- низкая стабильность вспененной массы во времени (технология эффективна при приготовлении смеси непосредственно на месте укладки), а отсюда неоднородность теплозащитных и прочностных свойств бетона;
- интуитивная оценка степени поризации смеси оператором (процесс не поддается контролю непосредственно в смесителе, степень поризации значительно зависит от расхода воды и пенообразователя, т. е. от реологических свойств бетонной смеси, и при этом происходит интенсивное поглощение воды затворения легким заполнителем).

Одним из самых эффективных видов активных минеральных добавок для изготовления легких бетонов являются золы сухого удаления от горения углей – отход производства теплоэлектростанций (рис. 3).

Это тонкодисперсные вещества с подходящим для создания легких бетонов минералогическим составом, обладающие высокой гидравлической активностью. Возможность применения зол в индустрии строительных матери-



Рис. 3. Зола тепловых электростанций

алов зависит от их химического состава, минералогической структуры и физических свойств. Физические и химические свойства зол зависят от свойств и характеристик используемого угля, а также от технологии их сбора на теплоэлектростанциях. Введение золы в бетон не усложняет технологию изготовления бетона: золу вводят в бетономеситель в сухом виде через отдельный бункер в количестве до 30 % от веса цемента.

Конструкции наружных стен из этого типа легкого бетона с наружным и внутренним отделочными слоями из цементно-песчаного раствора вполне могут обеспечить эффективное и экономное расходование энергетических ресурсов при эксплуатации зданий и обеспечить термическое сопротивление наружных ограждающих конструкций в нормативных пределах.

Выводы. Применение легких бетонов слитной структуры без мелкого заполнителя позволит значительно снизить плотность и теплопроводность наружных ограждений.

Наружные стены в жилых зданиях из такого бетона обеспечивают стандартное термическое сопротивление и создают комфортные условия для жизни людей. Наиболее востребованными для жилищного строительства могут стать однослойные стеновые панели или блоки из бетона такого типа, так как технология их производства отличается простотой и невысокой стоимостью.

Многочисленные преимущества материала дают основания полагать, что изделия из него могут стать достойной альтернативой многослойным конструкциям и быть востребованными в жилищном строительстве.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Жигулина А.Ю. Проблематика проектирования комфортного жилья // Градостроительство. 2016. № 3 (43). С. 47–49.

2. Горин В.М., Вытчиков Ю.С. Современные ограждающие конструкции из керамзитобетона для энергоэффективных зданий // Строительные материалы. 2011. № 3. С. 34–36.

3. Применение стеновых камней из беспесчаного керамзитобетона в жилищном строительстве / В.М. Горин, С.А. Токарева, Ю.С. Вытчиков, И.Г. Беляков, Л.П. Шиянов // Строительные материалы. 2010. № 2. С. 15–18.

4. Комиссаренко Б.С., Чикноворян А.Г. Керамзитопенобетон – материал для наружных стеновых панелей // Строительные материалы. 1999. № 4. С. 15–16.

5. Жигулина А.Ю., Пономаренко А.М. Энергоэффективность высотных зданий (Energy efficiency of high-rise buildings) // E3S Web of Conferences 33, 02003 (2018) High-Rise Construction 2017 (HRC 2017) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20183302003>.

6. Жигулина А.Ю. Зарубежный и отечественный опыт проектирования энергоэффективных жилых домов // Градостроительство и архитектура. 2011. № 1. С. 29–30. DOI: 10.17673/Vestnik.2011.01.6.

7. Патент РФ. 2059587. Способ приготовления керамзитопенобетонной смеси / Комиссаренко Б.С., Чикноворян А.Г. 1996. Бюл. № 3. 5 с.

8. Hilal A.A., Thom N.A., Dawson A.R. Journal of Advanced Concrete Technology. Failure mechanism of foamed concrete made with/without additives and lightweight aggregate. V.14., Pp. 511–520 (2016).

REFERENCES

1. Zhigulina Anna Y. Problems of designing comfortable housing. *Gradostroitelstvo* [City and town planning], 2016, no. 3(43), pp. 47–49. (in Russian)

2. Gorin V.M., Tokareva S.A., Vytchikov Yu.S. Expanded claydite concrete building envelopes for energy-efficient buildings. *Stroitelnye materialy* [Construction Materials], 2011, no. 2, pp. 34–36. (in Russian)

3. Gorin V.M., Tokareva S.A., Vytchikov Yu.S., Belyakov I.G., Shiyanov L.P. The use of wall stones made of sandless expanded clay concrete in housing. *Stroitelnye materialy* [Construction Materials], 1999, no. 4, pp. 15–16. (in Russian)

4. Komissarenko B.S., Chiknovoryan A. G. Expanded clay-foam-concrete - material for exterior wall panels. *Stroitelnye materialy* [Construction Materials], 2010, no. 2, pp. 15–18. (in Russian)

5. Zhigulina Anna Y., Ponomarenko A.M. Energy efficiency of high-rise buildings. *E3S Web of Conferences* 33, 2018, 02003. DOI: 10.1051/e3sconf/20183302003

6. Zhigulina Anna Y. Foreign and domestic experience in designing energy-efficient residential buildings. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2011, Vol. 1, no. 1, pp. 29–30. (in Russian)

7. Komissarenko B.S., Chiknovoryan A. G. *Sposob prigotovleniya keramzitopenobetonnoy smesi* [The method of preparation of expanded clay-foam-concrete mixture]. Patent RF, no. 2059587, 1996.

8. Hilal A.A., Thom N.H., Dawson A.R. Failure mechanism of foamed concrete made with/without additives and lightweight aggregate. *Journal of Advanced Concrete Technology*, 2016, Vol.14, pp. 511-520.

Об авторах:

ЖИГУЛИНА Анна Юрьевна

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры производства строительных
материалов, изделий и конструкций
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: auzhigulina@mail.ru

ZHIGULINA Anna Y.

PhD in Engineering Science, Associate Professor of
the Building Materials, Products and Structures Chair
Samara State Technical University
Academy of Architecture and Civil Engineering
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya st., 244
E-mail: auzhigulina@mail.ru

ЧИКНОВОРЬЯН Александр Григорьевич

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры производства строительных
материалов, изделий и конструкций
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: umu-sgasu@mail.ru

CHIKNOVORYAN Alexandr G.

PhD in Engineering Science, Associate Professor of
the Building Materials, Products and Structures Chair
Samara State Technical University
Academy of Architecture and Civil Engineering
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya st., 244
E-mail: umu-sgasu@mail.ru

МИЗЮРЯЕВ Сергей Александрович

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры производства строительных
материалов, изделий и конструкций
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: mizuriaev@gmail.com

MIZURIAEV Sergey A.

PhD in Engineering Science, Associate Professor of
the Building Materials, Products and Structures Chair
Samara State Technical University
Academy of Architecture and Civil Engineering
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya st., 244
E-mail: mizuriaev@gmail.com

Для цитирования: Жигулина А.Ю., Чикноворьян А.Г., Мизюряев С.А. Применение легкогобетонных ограждающих конструкций для повышения комфортности жилья // Градостроительство и архитектура. 2020. Т. 10, № 2. С. 57–61. DOI: 10.17673/Vestnik.2020.02.8.

For citation: Zhigulina A.Yu., Chiknovoryan A.G., Mizuriaev S.A. Application of Light-Concrete Enclosing Structures to Increase Residential Comfort. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2020, Vol. 10, no. 2, Pp. 57–61. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2020.02.8.

ПОДПИСКА – 2020

**на июль – декабрь по Объединенному каталогу
«Пресса России»**

Уважаемые читатели!

**Обратите внимание, что с 1 сентября 2019 г.
проводится подписная кампания второго полугодия 2020 г. на журнал
Самарского государственного технического университета**

«ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА»

Подписной индекс нашего журнала в каталоге И70570

*Подробные условия оформления подписки и стоимость
Вы найдете в I томе каталога «Пресса России» на странице 178.
Также возможно оформить подписку онлайн на сайте <https://www.ppressa-rf.ru/>*

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА И ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА



УДК 504.03.711

DOI: 10.17673/Vestnik.2020.02.9

И. С. ШУКУРОВ
М. Т. ЛЕ
Л. И. ШУКУРОВА
А. Д. ДМИТРИЕВА

ВЛИЯНИЕ ЭФФЕКТА «ГОРОДСКОГО ОСТРОВА ТЕПЛА» НА УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ ГОРОДОВ

INFLUENCE OF THE EFFECT OF THE URBAN HEAT ISLAND
ON THE CITIES SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Рассматривается результат действия «городского острова тепла» на планировку города Ханоя. Констатируется, что образование и развитие устойчивого градостроительства создает оптимальные условия для жизни и труда граждан, является гарантом безопасности и комфортабельности жизни, стоит на страже природной среды. В работе применен такой метод дистанционного зондирования, как средство анализа температуры поверхности в городе с экологическими проблемами из-за эффекта «городского острова тепла» (ГОТ). Анализ выполнен по спутниковым изображениям Landsat-5, Landsat-7, Landsat-8. Это исследование подтвердило существование эффекта «городского острова тепла» в центре Ханоя и показало роль конфигурации города в макро-масштабе. Дана оценка эффективности использования зеленых насаждений на крышах мегаполисов. Подчеркивается, что благодаря процессу транспирации зеленые насаждения способствуют снижению негативного воздействия ГОТ и загазованности. Установлено, что применение в архитектуре города светлых поверхностей зданий, дорог, тротуаров, площадок благоприятно влияет на мезоклимат, выполняя функцию охлаждения. На макроуровне упорядоченная высадка зеленых насаждений в крупных городах способствует разрешению таких серьезных экологических проблем, как глобальное потепление и «парниковый эффект».

Ключевые слова: мезоклимат, современное градостроительство, экология, озеленение, «остров тепла»

The result of the action of the urban heat island on the layout of the city of Hanoi is considered. It is stated that the formation and development of sustainable urban development creates optimal conditions for the life and work of citizens, is a guarantee of safety and comfortable living, and guards the natural environment. In a scientific study, such a remote sensing method was used as a means of analyzing the surface temperature in a city with environmental problems due to the effect of the “urban heat island” (UHI). The analysis was performed using satellite images Landsat-5, Landsat-7, Landsat-8. This study confirmed the existence of the urban heat island effect in the center of Hanoi and examined the role of city configuration on a macro scale. The efficiency of using green spaces on the roofs of megacities is estimated. It is emphasized that thanks to the transpiration process, green spaces contribute to reducing the negative effects of UHI and gas contamination. It is established that the use in the city's architecture of light surfaces of buildings and planes (roads, sidewalks, platforms) favorably affects the mesoclimate, performing the cooling function. At the macro level, the orderly introduction of green spaces in large cities helps to resolve serious environmental problems such as global warming and the greenhouse effect.

Keywords: mesoclimate, modern urban planning, ecology, green zone, urban heat island

Сегодня практически все крупные города мира находятся в напряженной экологической ситуации, что обусловлено чрезмерной плотностью населения и инфраструктурных нагрузок [1]. В связи с этим градостроители призваны играть важную роль в обеспечении устойчивого развития городов. Для этого необходимо решать следующие неотложные задачи: 1 – создать высокий уровень жизни населения и 2 – обеспечить экологичность городов, т. е. снизить поступление загрязнений в окружающую среду. Рассмотрим решение этих задач на примере крупного города Ханоя. Он характеризуется густонаселенностью, высокой плотностью зданий и сооружений, разреженностью флоры, уменьшением пропускной способности улично-дорожной сети города [1–3].

Площадь Ханоя после увеличения административных границ с 2008 г. возросла до 30 административных единиц, включая 12 районов площадью 3344,7 км²; население также увеличилось почти на 7 млн. человек. Ввиду того, что на «иммигрантское» население приходится большое количество расширяющейся инфраструктуры, площадь жилых массивов увеличилась, вызывая явление «острова тепла», что способствовало изменению микроклимата не только в городе, но и в его агломерации.

Город преимущественно застраивается такими строительными материалами, как кирпич, сталь, бетон, которым свойственна темная цветовая гамма (серый, черный, коричневый). Известно, что поверхности городских строений и покрытий темных тонов способны поглощать энергию света и преобразовывать ее в тепло, из-за чего и происходит нагрев. Светлые же тона отражают энергию света, не инвертируя ее в тепло, отчего температура не так сильно повышается. Процесс урбанизации также создает многовариантные типы естественного и полустественного почвенного покрова для водонепроницаемых, закрытых поверхностей, способствует изменению среды обитания и почвы [4, 5]. В городской среде много элементов, выполненных из водонепроницаемых строительных материалов (цемент, брусчатка, асфальт), поверхности которых не способны пропускать воду, как могут это делать зеленые покрытия (трава, газон и т. д.). В среднем температура в городе повышена на 4–7 °С, что не критично. Однако такое небольшое превышение температуры способно вызвать обезвоживание людей, а также требует больших затрат энергии для работы кондиционеров и вентиляторов [6]. Следовательно, должна быть разработана стратегия проветривания и охлаждения территории застройки.

Методы и материалы

Метод классификации с аккредитацией является формой классификации, критерии которой устанавливаются на основе областей выборки и с использованием правил принятия решений с опорой на алгоритмы маркировки пикселей, соответствующих каждому конкретному покрытию. Формула, выбранная для выполнения, является алгоритмом максимальной вероятности [7, 8].

$$g_i(x) = \ln p(\omega_i) - \frac{1}{2} \ln(x - m_i)^T \Sigma_i^{-1} (x - m_i), \quad (1)$$

где i – объекты классификации; x – количество универсальных каналов; $p(\omega_i)$ – значение вероятности, возникающее, когда объект ω_i подобен другим объектам; ω_i – матрица ковариации объекта ω_i ; Σ_i^{-1} – обратная матрица объектов ω_i ; m_i – изменение значений вектора.

Необходимо оценить точность классификации изображений на основе индекса Каппа (К), этот индекс находится в диапазоне от 0 до 1 и указывает на пропорциональное уменьшение ошибки, допущенной при полной классификации случайным образом.

$$K = \left[N \sum_{i=1}^r x_{ii} - \sum_{i=1}^r (x_{i+...x_{+i}}) \right] / \left[N^2 - \sum_{i=1}^r (x_{i+...x_{+i}}) \right], \quad (2)$$

где N – общее количество точек выборки; r – количество объектов класса; x_{ii} – количество точек поля, правильное в первом классе; x_{i+} – общая точка поля i -го класса выборки; x_{+i} – общее количество точек поля следующего i -го класса классификации.

Специфика городских почв в городе Ханое

Процесс быстрой урбанизации Ханоя проявляется и в городском микроклимате, что влечет за собой одну из основных экологических проблем, называемую «городским островом тепла» [9]. Быстрая урбанизация вызывает значительные изменения в почвенном покрове, а также повышение температуры поверхности почвы.

В городе люди влияют на почвенный покров напрямую, меняя его конфигурацию, изменяя условия почвообразования (климатические параметры, состав почвообразования, загрязнения и т. д.).

Полученные данные изображений Landsat-5 TM и Landsat-8 стали основой для расчета температуры поверхности и определения текущего состояния городских земель 12 городских районов Ханоя за три года: 2007, 2012 и 2017.

Результаты обработки спутниковых изображений методом дистанционного зонди-

рования показывают, что за 15 лет (2007–2017) площадь городских территорий (земель под застройку) увеличилась в 1,65 раза (рис. 1 и табл.1). Из рис. 1 видно, что область из 12 городских районов Ханоя расположена по направлению вдоль основных дорог центральной оси. Темпы роста застроенных земель с 2007 по 2017 гг. соотносятся с быстрой урбанизацией в городе. В частности, доля городских зеленых насаждений снизилась с 13207,25 га (56,55 % от

общей территории) до 5141,77 га (22,02 %) в период 2007–2017 гг.

В строительных зонах, покрытых, например, асфальтом, почва разрушается во время строительства, образуя группу закрытых грунтов (рис. 2). Изменения температуры, состояния воды и воздуха в уплотненных почвах приводят к изменению их функционирования и свойств. В крупных городах практически 50–70 % почвы уплотняется.

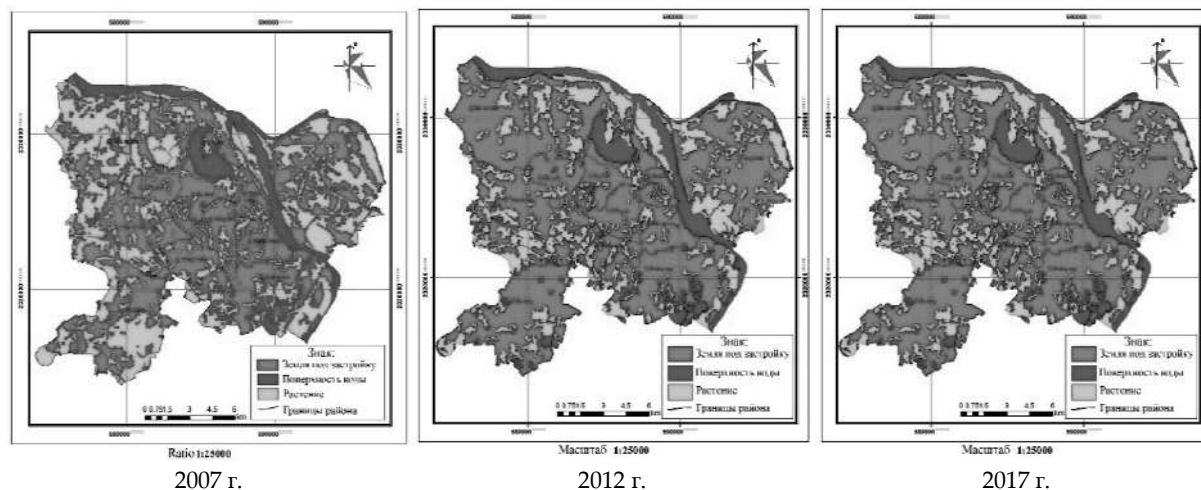


Рис. 1. Текущее состояние поверхностного покрытия города Ханоя

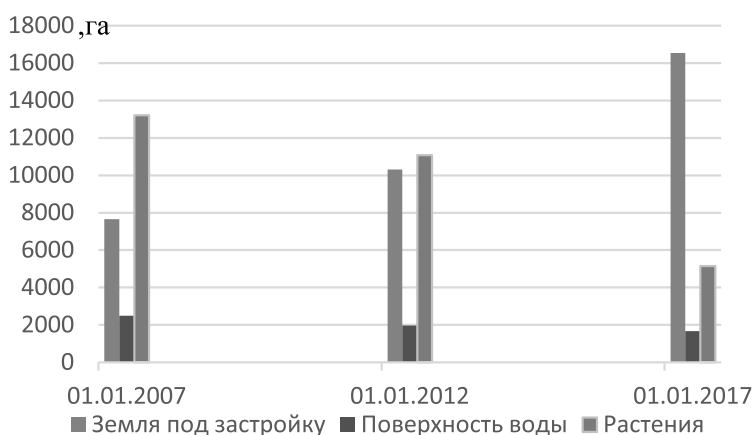


Рис. 2. График изменения зеленой зоны в городских районах по годам

Таблица 1

Статистика типов земельного использования

Тип земельного использования	24.05.2007		01.08.2012		04.06.2017	
	Площадь, га	%	Площадь, га	%	Площадь, га	%
Земля под застройку	7648,76	32,75	10313,57	44,16	16537,68	70,81
Поверхность воды	2498,99	10,70	1968,82	8,43	1674,55	7,17
Зеленые насаждения	13207,25	56,55	11072,61	47,41	5141,77	22,02
Итого:	23355	100	23355	100	23355	100

Одной из наиболее отличительных черт структуры почвы города является ее неоднородность (фрагментация распределения и дискретность). Процесс закладки становится одним из факторов, еще более приводящим к сложности определения структуры земельного покрова в городе и диагностике городской почвы.

Сложность грунтового покрытия также определяется временем освоения территории. На территории старого города земля формируется на прочном культурном слое. В новых жилых районах почвообразование происходит на смешанных отложениях с накопленными выше слоями.

Проблемы озеленения территорий

Озеленённые территории – существенная часть городской застройки, ее архитектурных ансамблей. Они имеют большую санитарно-гигиеническую, рекреационную, ландшафтно-архитектурную и научную значимость.

Зеленые зоны Ханоя – парки и сады, бульвары и скверы, лесопарки, жилые и промышленные районы находятся в сложных экологических условиях городской среды, постоянно подвергаясь воздействию выхлопных газов, пыли от дорожного движения [10, 11].

За исключением городской территории в Ханое природная лесная зона и сельскохозяйственные земли составляют 56,5 % от общей площади города. Городские зеленые системы включают в себя: общественные зеленые насаждения (парки, деревья, цветники) и специализированные (питомники). В городе плотность зеленой зоны составляет 12 % территории (Источник: Семинар по эффективной эксплуатации цветников и парков в Ханое 17 марта 2009 г., организованный Ассоциацией городского планирования Вьетнама.).

В настоящее время обеспеченность зелеными насаждениями Ханоя составляет 2,4 м²/чел. Данная цифра слишком мала по сравнению с другими городами мира. Например, в Москве и Сеуле озеленение составляет 20 и 40 м²/чел. соответственно. Распределение зеленых насаждений в Ханое иррегулярно: в исторической застройке города плотность озеленения составляет 0,2 м²/чел., в то время как плотность населения очень высока (1000 чел./га) (рис. 3).

Средняя площадь парков в Ханое составляет 0,9 м²/чел., в жилых районах с высокой плотностью населения, таких как Хоан Кiem, Хай Ба Чынг, средняя площадь парков составляет 1,2 и 1,7 м²/чел. соответственно. Общая площадь парков в исторической застройке четырех районов составляет 135 га, в среднем 1,3 м²/чел. Тем не менее при относительно быстрой урбанизации районов, таких как Донг Да, Тхань Суан и Жа Лам, этот показатель остается низким – 0,05 м²/чел. (рис. 4).

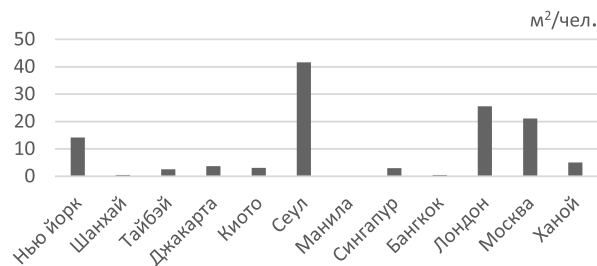


Рис. 3. Зеленые парки крупных городов мира



Рис. 4. Система озеленения в центре г. Ханоя

В дополнение к району Хоанг Май есть большая территория парка Йен Со, однако старые городские районы имеют низкий показатель зеленой зоны на душу населения, особенно в Донг Да, Кау Жай и Тхань Суан. Средняя площадь парков в этих районах составляет 0,9 м²/чел. (табл. 2).

Реконструкция насаждений в зеленых зонах города является сложным творческим процессом, требующим геодезических, инженерных, строительных и сельскохозяйственных работ. Необходимо учитывать специфические качества земли, её функциональную направленность и расположение – вблизи развлекательных и дорожных зон, при въезде на территорию и т. д., а также соотнесенность с пространственной структурой города.

Таблица 2

Статистика озеленения г. Ханоя в 2000 г.*

Район	Природная территория, га	Площадь озеленения, га	Общее количество деревьев, шт.	Средняя площадь озеленения, м ² /чел.
Ба Динь	925	50,36	58170	2,4
Хоан Кiem	529	17,29	15483	1,0
Хай Ба Чынг	1,465	37,92	35503	1,1
Донг Да	996	48,75	61149	3,8
Кау Жай	1204	51,85	66690	3,8
Тай Хо	2400	77,52	119091	8,2
Тхань Суан	911	70,83	112512	4,4
Шок Шон	30651	2068,8	8224105	105,3
Донг Ань	18230	959,19	1663171	36,4
Жа Лам	17432	634,67	1068201	18,6
Ты Лиен	7532	479,73	841055	24,2
Тхань Чй	9.822	396,63	691.601	17,4
Итого:	80811,465	4893,54	12265130	226,6

* Источник: Департамент местного самоуправления и жилищного строительства г. Ханоя

Для создания зеленых насаждений, препятствующих негативному воздействию искусственной среды, необходимо использовать хорошо адаптированные растения и кустарники, выращенные в пригородных или городских питомниках и являющиеся наиболее важным устойчивым элементом ландшафтного садоводства.

Мезоклимат города

Мезоклимат – климатические условия, промежуточные между климатом и микроклиматом. Это понятие приблизительно совпадает с понятием местного климата.

В крупных городах есть свой климат, который в жаркие летние дни похож на климат полупустынный или даже пустынный. Поэтому летом, например в Москве, температура поверхности асфальтового покрытия достигает 45–55 °С, температура стены из красного кирпича – 41 °С, белой стены – 38 °С, травы – 25 °С. Различия в значениях определяются коэффициентом поглощения влаги (суммарного испарения) испарительными поверхностями [12]. К зеленым насаждениям влага поступает через корни, сохраняется в стеблях и листьях, а затем конденсируется на обратной стороне листьев. Именно здесь вода превращается в пар, поддерживая таким образом температуру растения на необходимом уровне, не допуская перегрева. Данный природный процесс называют транспирацией, это своеобразный природный кондиционер.

На высоте 100–150 м в безветренные дни в крупных городах может образовываться островной слой с высокой температурой и интенсивным нагревом каменных, кирпичных

и бетонных конструкций, что приводит к загрязнению воздушной массы и перегреву центральных районов города [13, 14]. Например, в центре Парижа температура на 1,7 °С выше, чем в пригороде. Среднегодовая температура в центре Москвы и Санкт-Петербурга в среднем в 3–4 раза выше, чем в пригороде.

Из-за теплового загрязнения крупных городов образуются тепловые зоны, в которых формируется специфическая локальная циркуляция воздуха, называемая городским ветром. В летние дни в высших слоях атмосферы воздух нагревается, что приводит к потокам воздуха из пригородов, как из лесопарков, так и из промышленных парков, независимо от их местоположения. В центре города может быть относительно чистая воздушная среда при условии движения воздушных масс из пригородов. Однако такие ветры наблюдаются достаточно редко. При наличии перепада в атмосферном давлении городские ветры могут и вовсе не возникать [15].

Важной особенностью городской аэрации в условиях слабого ветра является мощность тепловой конвекции, возникающей из-за положительной аномалии теплового равновесия городской среды. В температурном поле эта аномалия приводит к образованию известного микроклиматического эффекта – «городской остров тепла».

С эффектом «городского острова тепла» связано локальное увеличение интенсивности циркуляции конвекционных потоков воздуха и одновременного значительного (25–35 % по сравнению с периферийными районами) уменьшения горизонтального движения воздушных масс.

В городах со штилевым режимом этот эффект часто является единственным механизмом смешивания воздуха, который позволяет вытеснять загрязненный перегретый воздух из поверхностного слоя городской атмосферы в высшие атмосферные слои.

С учетом различий в характере развития различных частей города плотный тепловой поток в поверхностном слое атмосферы наблюдается там, где плотность зданий максимальна. Кроме того, поглощение солнечной радиации неравномерно на плоскостях с разным углом наклона. В плотно застроенных частях города больше солнечного излучения приходится на северный «склон» (и поглощается им), а не на южный. В связи с этим происходит смещение высокотемпературной конвекции в геометрический центр застройки.

Следовательно, изменение положения высотной части города относительно его геометрического центра положительно влияет на энергетику города, способствует движению потоков прохладного свежего воздуха из пригородов в город. Чтобы улучшить воздухообмен между городом и пригородными территориями, здания следует располагать с низкой плотностью, чтобы свободный воздух перемещался в нужном направлении.

Такое положение города может быть реализовано посредством разноуровневой застройки центральных районов города и его периферийного развития. Противоположно находящиеся сооружения должны иметь разную высоту. Тогда центральная часть циркуляционной ячейки тепловой конвекции также сместится в противоположную сторону, что обеспечит максимальное покрытие территории города свежим пригородным «бризом».

По утверждению различных авторов тепловое влияние городов отчетливо видно

в 100–500-метровом слое. При слабом ветре (1–3 м/с) возможна циркуляция воздушных масс в городах. Вблизи поверхности Земли потоки направляются в центр, где расположен остров тепла, а наверху происходит отток воздуха на окраины города.

Городской остров тепла подразделяется на два типа:

– «надземный городской остров тепла» и «атмосферный городской остров тепла». Образование «надземного городского острова тепла» — это явление, при котором такие поверхности, как крыши и тротуары, нагреваются в дневное время, сохраняют температуру в течение дня и отдают энергию тепла в вечернее время. Городские поверхности более подвержены воздействию солнца в сравнении с затененными поверхностями в сельской местности. Хотя феномен «надземного городского острова тепла» можно наблюдать как днем, так и ночью, он достигает максимальных отметок в дневное время;

– когда городская температура воздуха становится выше, чем в смежных сельских районах, она определяется как «атмосферный городской остров тепла», который в свою очередь делится на два вида – «городской слой» и «поверхностный слой». «Городской слой» образуется от земли до верхушек деревьев или крыш домов, а «поверхностный слой» начинается от поверхности крыш или верхнего уровня деревьев и простирается до точки, где городской ландшафт больше не влияет на атмосферу. Тем не менее «поверхностный слой» обычно влияет на увеличение «городского острова тепла», поскольку они смежные. Основные характеристики поверхностного и городского тепловых островов отражены в табл. 3.

Таблица 3

Основные характеристики городского и поверхностного ГОТ [14]

Особенность	Городской слой ГОТ	Поверхностный слой ГОТ
Временное развитие	Присутствует в любое время дня и ночи Наиболее интенсивен в течение дня Активнее выражен в летнее время года	Может быть менее выраженным или не существовать в дневное время. Наиболее интенсивен в темное время суток или на рассвете. Активнее выражен в зимний период
Пиковая интенсивность (наиболее интенсивные условия ГОТ)	Большой размах пространственных и временных значений: день: 10–15 °С ночь: 5–10 °С	Меньший размах значений: день: 1–3 °С ночь: 7–12 °С
Типичный метод идентификации	Косвенное измерение Дистанционное зондирование	Прямое измерение Стационарные метеостанции Мобильные траверсы
Типичное изображение	Тепловые изображения	Изотермические карты График температуры

Более высокие температуры возникают из-за городских тепловых островов, особенно летом, и могут влиять на окружающую среду и качество жизни человека. Тем не менее некоторые воздействия могут быть полезными, поскольку удлиняют вегетационный период, но большинство из них несут неблагоприятные влияния.

Городской остров тепла имеет как прямые, так и косвенные последствия, в том числе социальные, экономические и экологические. Это:

- загрязнение воздуха;
- возникновение парниковых газов;
- ухудшение здоровья человека;
- снижение качества воды;

В табл. 4 приведены данные результатов исследования, на рис. 5 – распределение температуры поверхности городской земли Ханоя в разные годы наблюдения.

Таблица 4
Значения температуры $T_{\text{п}}$
поверхности городской земли Ханоя, °C

Landsat-5	Landsat-7	Landsat-8
24/5/2007	1/8/2012	4/6/2017
$22.9 \leq T_c \leq 37.6$	$23.5 \leq T_c \leq 39.6$	$24.1 \leq T_c \leq 40.1$

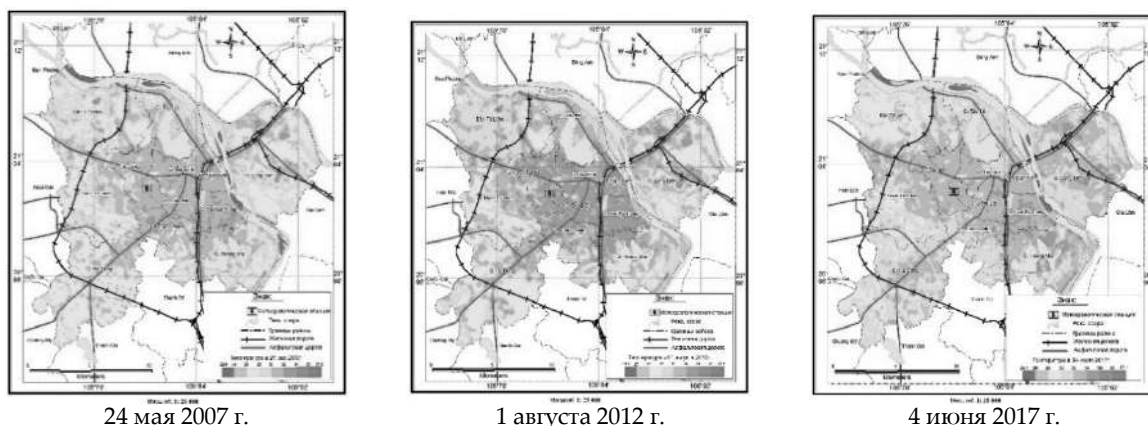


Рис 5. Распределения температуры поверхности городской земли Ханоя

Мезоклимат во многом зависит от растительности. Человеческая деятельность существенно влияет на тепловой режим почвы в городе. В жаркое лето поверхность асфальта при нагревании излучает тепло не только в поверхностный слой воздуха, но и глубоко в почву. При температуре воздуха 26–27 °C температура почвы на глубине 20 см достигает 34 °C, а на глубине 40 см (корневая система насаждений) – 29–32 °C [16]. Поэтому городская земля фактически не имеет живых корней.

Вывод. В процессе урбанизации Ханоя формируется эффект «городского острова тепла», обусловленный многими негативными факторами для окружающей среды, такими как: рост потребления энергии, увеличение выбросов парниковых газов в атмосферу, снижение качества воды, нанесение вреда здоровью населения.

Методологическая основа данной работы позволит получить достоверную информацию об оценке теплового состояния на примере города Ханоя и разработать оптимальные меры для улучшения окружающей среды в городе, а также подробно описать и спрогнозировать формирование эффекта «городского острова тепла».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Foley J.A., DeFries R., Asner G.P., Barford C., Bonan G., Carpenter S.R., Chapin F.S., Coe M.T., Daily G.C., Gibbs H.K. Global consequences of land use. Science [Глобальные последствия землепользования. наука], 2005, V. 309, pp. 570–574.
2. Forman R.T. Urban ecology principles: are urban ecology and natural area ecology really different Landscape Ecology [Принципы городской экологии: действительно ли городская экология и экология природных территорий отличаются ландшафтной экологией], 2016.
3. Grimm N.B., Faeth S.H., Golubiewski N.E., Redman, C.L., Wu, J., Bai, X., Briggs, J.M. Global change and the ecology of cities. Science [Глобальные изменения и экология городов. Наука], 2008, V. 319, pp. 756–760.
4. Fu P., Weng Q. A time series analysis of urbanization induced land use and land cover change and its impact on land surface temperature with Landsat imagery. Remote Sensing of Environment [Анализ временных рядов вызванных урбанизацией изменений землепользования и растительного покрова и их влияния на температуру поверхности Земли с помощью снимков Landsat. Дистанционное зондирование окружающей среды], 2016, V.175, pp. 205–214.

5. Voogt J.A., Oke, T.R. Thermal remote sensing of urban climates. Remote sensing of environment [Тепловое дистанционное зондирование городского климата. Дистанционное зондирование окружающей среды], 2003, V. 86, pp. 370–384.
6. Черненко С. М. Гигиеническая характеристика, оценка и прогнозирование воздействия на человека приоритетных физических факторов окружающей среды в интересах устойчивого развития городов // Международный журнал. Устойчивое развитие: наука и практика. 2011. № 1(16). С 43–49.
7. Балдина Е. А., Грищенко М. Ю., Константинов М. Исследование городских островов тепла с помощью данных дистанционного зондирования в инфракрасном тепловом диапазоне // ДЗЗ для будущей Земли. Земля из космоса. 2015. С 38–42.
8. Imhoff M.L., Zhang P., Wolfe R.E., Bounoua L. Remote sensing of the urban heat island effect across biomes in the continental USA // Rem. Sens. Environ. [Дистанционное зондирование эффекта городского острова тепла через биомы в континентальной части США], 2010, V. 114, pp. 504–513.
9. Oke T.R. Boundary layer climates. Routledge, London and New York [Климат пограничного слоя. Раутледж, Лондон и Нью-Йорк], 2002.
10. Шукуров И.С., Луныков М.А., Халилов И.Р. Организация инженерно-технического обустройства городских территорий. М.: Издательство АСВ, 2015. 440 с.
11. Шукуров И.С., Афонина А. Особенности формирования благоустройства территорий жилой застройки в прибрежной зоне города Орла // Международный научный журнал «ВЕСТНИК НАУКИ». 2019. Т1, № 2(11). С. 170–177.
12. Шукуров И.С., Оленьков В.Д., Пайкан В., Аманов Р.М. Обеспечение экологической безопасности городов с учетом аэрационного режима // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г.Шухова. 2017. № 5. С 41–44.
13. Мягков М.С., Алексеева Л.И. Особенности ветрового режима типовых форм городской застройки // АМТ. 2014. № 1 (26). С 3–14.
14. Шукуров И.С., Оленьков В.Д., Пайкан В. Моделирование аэродинамических процессов воздуха на нарушенных территориях городов // Промышленное и гражданское строительство. 2017. № 6. С. 13–17.
15. Шукуров И.С. Формирование тепло-ветрового режима жилой застройки городов жаркого климата: автореф. дис....д-ра техн. наук. М.: МГСУ, 2007. 30 с.
16. Bhargava A, Lakmini S, Bhargava S. Urban Heat Island Effect: it's relevance in urban planning. J Biodivers Endanger Species 5:187, 2017. DOI: 10.4172/2332-2543.1000187.
2. Forman R.T. Urban ecology principles: are urban ecology and natural area ecology really different Landscape Ecology, 2016. DOI: 10.1007/s10980-016-0424-4
3. Grimm N.B., Faeth S.H., Golubiewski N.E., Redman, C.L., Wu, J., Bai, X., Briggs, J.M. Global change and the ecology of cities. Science, 2008, Vol. 319, pp. 756-760. DOI: 10.1126/science.1150195
4. Fu P., Weng Q. A time series analysis of urbanization induced land use and land cover change and its impact on land surface temperature with Landsat imagery. Remote Sensing of Environment, 2016, Vol.175, pp. 205-214. DOI: 10.1016/j.rse.2015.12.040
5. Voogt J.A., Oke, T.R. Thermal remote sensing of urban climates. Remote sensing of environment, 2003, Vol. 86, pp. 370-384. DOI: 10.1016/S0034-4257(03)00079-8
6. Chernenko S. M. Hygienic characteristics, assessment and prediction of the impact on a person of the priority physical environmental factors in the interests of sustainable urban development. *Mezhdunarodnyy zhurnal. Ustoychivoye razvitiye: nauka i praktika* [International magazine. Sustainable Development: Science and Practice], 2011, no. 1(16), pp 43-49. (in Russian)
7. Baldina Ye. A., Grishchenko M. YU., Konstantinov M. Investigation of urban heat islands using infrared thermal remote sensing data. *DZZ dlya budushchey Zemli. Zemlya iz kosmosa. "SPETSVY- PUSK"* [Remote sensing for the future Earth. Earth from space. "SPECIAL START"], 2015, pp 38-42. (in Russian)
8. Imhoff M.L., Zhang P., Wolfe R.E., Bounoua L. Remote sensing of the urban heat island effect across biomes in the continental USA. Rem. Sens. Environ, 2010, Vol. 114, pp. 504–513. DOI:10.1016/j.rse.2009.10.008
9. Oke T.R. Boundary layer climates. Routledge, London and New York, 2002.
10. Shukurov I.S., Lunyakov M.A., Khalilov I.R. *Organizatsiya inzhenerno-tekhnicheskogo obustrojstva gorodskih territorij* [Organization of urban engineering]. M., Publishing house ASV, 2015. 440 p. (in Russian)
11. Shukurov I.S., Afonina A. Features of the formation of landscaping residential areas in the coastal zone of the city of Orel. *Mezhdunarodnyy nauchnyy zhurnal "VESTNIK NAUKI"* [International scientific journal "VESTNIK SCIENCES"], 2019, Vol. 1, no. 2(11), pp 170-177. (in Russian)
12. Shukurov I.S., Olenkov V.D., Paykan V., Amanov R.M. Ensuring the environmental safety of cities, taking into account the aeration regime. *Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta im.V.G.Shukhova* [Bulletin of the Belgorod State Technological University named after V.G.Shukhov], 2017, no. 5, pp. 41-44. (in Russian)
13. Myagkov M.S., Alekseyeva L.I. Features of the wind regime of typical forms of urban development. AMIT, 2014, no. 1 (26), pp. 3-14. (in Russian)
14. Shukurov I.S., Olenkov V.D., Paykan V. Modeling of aerodynamic processes of air in disturbed areas of cities. *Promyshlennoye i grazhdanskoye stroitelstvo* [Industrial and civil engineering], 2017, no. 6, pp. 13-17. (in Russian)

REFERENCES

15. Shukurov I.S. The formation of the warm-wind regime of residential buildings in hot climate cities: abstract. M., MGSU, 2007. 30 c.

16. Bhargava A, Lakmini S, Bhargava S. Urban Heat Island Effect: it's relevance in urban planning. J Biodivers Endanger Species 5:187, 2017. DOI: 10.4172/2332-2543.1000187.

Об авторах:

ШУКУРОВ Илхомжон Садриевич

советник РААСН, доктор технических наук, профессор кафедры градостроительства Национальный исследовательский государственный строительный университет (НИУ МГСУ) Институт строительства и архитектуры (ИСА МГСУ) 129337, Россия, г. Москва, Ярославское шоссе, 26 E-mail: shukurov2007@yandex.ru

SHUKUROV Ilkhomzhon S.

Advisor RAACS, Doctor of Engineering Science, Professor of the Urban Planning Chair Moscow State University of Civil Engineering Institute of Civil Engineering and Architecture 129337, Russia, Moscow, Yaroslavskoye av., 26 E-mail: shukurov2007@yandex.ru

ЛЕ Минь Туан

аспирант кафедры градостроительства Национальный исследовательский государственный строительный университет (НИУ МГСУ) Институт строительства и архитектуры (ИСА МГСУ) 129337, Россия, г. Москва, Ярославское шоссе, 26 E-mail: architect290587@gmail.com

LE Minh Tuan

Post-graduate student of the Urban Planning Chair Moscow State University of Civil Engineering Institute of Civil Engineering and Architecture 129337, Russia, Moscow, Yaroslavskoye av., 26 E-mail: architect290587@gmail.com

ШУКУРОВА Лола Илхомовна

магистрант кафедры градостроительства Самаркандский государственный архитектурно-строительный институт 703004, Узбекистан, г. Самарканд, ул. Лолазор, 70 E-mail: lolitta.shukurova@yandex.ru

SHUKUROVA Lola Il.

Master's Degree Student Samarkand State Institute of Architecture and Civil Engineering 703004, Uzbekistan, Samarkand, Lolazor str., 70 E-mail: lolitta.shukurova@yandex.ru

ДМИТРИЕВА Александра Дмитриевна

студентка кафедры общего языкознания Санкт-Петербургский государственный университет (СПбГУ) 199034, Россия, г. Санкт-Петербург, Университетская наб., 7

DMITRIEVA Alesadra D.

Student Saint-Petersburg State University 199034, St. Petersburg, University embankment, 7, Russian Federation E-mail: cat43rinth3ry3@gmail.com

Для цитирования: Шукуров И.С., Ле М.Т., Шукурова Л.И., Дмитриева А.Д. Влияние эффекта «городского острова тепла» на устойчивое развитие городов // Градостроительство и архитектура. 2020. Т. 10, № 2. С. 62–70. DOI: 10.17673/Vestnik.2020.02.9.

For citation: Shukurov I.S., Le M.T., Shukurova L.I., Dmitrieva A.D. Influence of the Effect of the Urban Heat Island on the Cities Sustainable Development. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2020, Vol. 10, no. 2, Pp. 62–70. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2020.02.9.

ТЕОРИЯ И ИСТОРИЯ АРХИТЕКТУРЫ, РЕСТАВРАЦИЯ И РЕКОНСТРУКЦИЯ ИСТОРИКО-АРХИТЕКТУРНОГО НАСЛЕДИЯ



УДК 72.035.2

DOI: 10.17673/Vestnik.2020.02.10

С. Г. ГОЛОВИНА

АРХИТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА ВТОРОЙ ПОЛОВИНЫ XVIII ВЕКА

ARCHITECTURAL AND DESIGN FEATURES OF RESIDENTIAL BUILDINGS IN
SAINT-PETERSBURG IN THE SECOND HALF OF THE XVIII CENTURY

Рассматриваются архитектурные и конструктивные приемы, характерные для жилой застройки второй половины XVIII столетия в Санкт-Петербурге. В этот период сложилась градостроительная, объемно-пространственная и конструктивная структура жилых зданий, которая стала типовым решением для жилой застройки Санкт-Петербурга в XIX – начале XX в. Жилой дом брандмауэрного типа строили на владельческом участке по периметру с образованием внутреннего двора, он состоял из лицевого корпуса в два пролета шириной и боковых корпусов в один пролет по периметру участка. Конструктивной системой жилого дома была сводчато-балочная конструктивная схема по продольным стенам. В статье описываются основные строительные конструкции: кирпичные стены с последующей отделкой, фундаменты — ленточные каменные по деревянным лагам, крыша — по деревянным наклонным стропилам с неотапливаемым холодным чердаком.

Ключевые слова: исторические здания, исторические конструкции, типы конструктивных решений, исторические строительные материалы

The paper presents a review of architectural and design techniques which were characteristic for residential development in the second half of the XVIII century in St. Petersburg. During that period, there was formed the urban planning, volumetric spatial and constructional structure of residential buildings, which later, in the XIX – early XX century, became a typical solution for residential development in St. Petersburg. The firewalled residential house was usually built along the perimeter of the possessory plot of land with an inner courtyard formed inside. The residential house consisted of a two-span front building and one-span side buildings located along the perimeter of the site. The constructional system of a residential building in the second half of the XVIII century was a vaulted-beam scheme along the longitudinal walls. The main construction structures are described, such as brick walls with subsequent finishing, strip stone footings based on wooden joists, roofs built on wooden batter rafters in a cold attic with no heating.

Keywords: historical buildings, historical structures, types of structural solutions, historical building materials

Введение. Во второй половине XVIII столетия в Санкт-Петербурге сформировался тип городского жилого дома, который стал основным и для жилой застройки центров крупнейших городов России. Объемно-пространственная структура жилых зданий северной столицы определилась под влиянием специфических градостроительных условий, конструктивных решений и стилевых требований [1–9]. Для это-

го периода характерно повышение качества основных строительных материалов (повышение качества и стандартизация размеров кирпича), внедрение более эффективных систем кладки, использование гидравлических растворов, увеличение числа изделий из известняка и других каменных пород. Начали внедрять крепчатые и прусские своды в надподвальных перекрытиях, дремпельные стены в чердаках, металл

и чугун стали использовать для изготовления отдельных строительных элементов, появились первые чугунные консоли для конструкций балконов [1].

Материалы и методы. Знание конструктивных приемов, их взаимосвязей с архитектурным решением на конкретных исторических этапах необходимо для понимания закономерностей развития зодчества в целом. Выявление особенностей конструктивного решения позволяет определить ценностные конструктивные элементы и поможет при сохранении, реставрации и приспособлении исторических зданий [10–17]. Приведенные в статье выводы сделаны на основе анализа большого числа обследований зданий Санкт-Петербурга, выполненных проектными и реставрационными мастерскими, обширного архивного и библиографического материала, в том числе трудов конца XVIII – начала XIX в.

Основная часть. Вторая половина XVIII в. – это время правления Екатерины II (1762–1796 гг.) и Павла I (1796–1801 гг.). В этот период произошли значительные изменения в социальном и экономическом устройстве государства. В 1762 г. создана «Комиссия о каменном строении Санкт-Петербурга и Москвы», проектную часть которой в разное время возглавляли А. Квасов, И. Старов, И. Лем. В 1769 г. утвержден новый генеральный план столицы. В Петербурге открыли Российскую Академию художеств и одновременно начала работать школа будущих архитекторов при Канцелярии от строений. На службу ко двору приглашены иностранные специалисты, такие как А. Ринальди, Ж. Б. Валлен-Деламот, Дж. Кваренги, Ч. Камерон и многие другие. В стилевом отношении период 1760–1800-х гг. – время классицизма, который традиционно подразделяют на три периода – ранний классицизм, строгий классицизм и павловский классицизм [2].

В середине 1760-х гг. было принято ряд указов, повышающих «эффективность использования городских территорий», и решения об уплотнении застройки, увеличении ее этажности, введении высотного регламента в 10 саженей [3]. Вместе с тем были разработаны меры по предотвращению пожаров: соблюдение принципов brandmauerной застройки, запрещение деревянного строительства в центре города и использования чердаков для жилья, переход к повсеместному использованию кровельного железа [16].

В первой половине XVIII в. были разработаны принципы разбивки городской территории на владельческие участки, которые оставались неизменными вплоть до 1917 г. Квартал, ограниченный по периметру улицами, разбивался

на два параллельных ряда одинаковых участков. Размеры участков могли варьироваться: ширина могла быть 20, 15 или 10 сажен (42,6, 31,95 или 21,3 м) [1]. Дворянская «верхушка» стремилась сохранить в новой столице усадебный тип застройки и объединяла несколько участков для строительства в городе двorcов с парками.

Общее градостроительное и архитектурное решение. В период 1761–1800 гг. размеры участков обывательских жилых домов оставались прежними. В это время создавалась периметральная застройка brandmauerного типа с элементами доходного домостроения (рис. 1). Главный лицевой корпус проектировался по красным линиям на всю ширину участка, отделялся от соседнего участка brandmauernными стенами. Проезд во двор осуществлялся через арочный проем по боковой или центральной оси здания. Дворовые флигели ставились вплотную к границам участка, часто примыкали к главному дому, образуя внутренний двор. Они были многофункциональными – на первом этаже устраивали конюшни, дровяники, службы, а жилье на верхних этажах отдавали слугам или сдавали внаем. В это же время начали строить несколько двorcов на участке. Если позволяла длина участка, строили поперечный двorcовой корпус, но так чтобы двор был не менее 10×20...12×25 сажен (21,3×42,6...25,6×53,3 м) [1]. Внутренние флигели вдоль границ участка строили в один-два этажа, в один пролет (около 4 м) и с односкатной крышей. Главный дом обычно имел два-три этажа (редко 4 этажа), в два пролета (6–9 м) и двускатную крышу.

Во второй половине XVIII в. появились первые доходные дома. На владельческих участках строили или перестраивали здания, где создавались отдельно апартаменты для хозяина и комнаты для сдачи внаем. В 1760-х гг. Екатерина II издала указ о возможном использовании купцами первого этажа здания под лавки, что повлекло за собой постепенное увеличение площади окон – появление первых витрин [16].

К концу XVIII в. вдоль улиц сформировалась фасадная непрерывная brandmauerная застройка, сначала двух- трехэтажная, а затем и трех- четырехэтажная. Ж. Б. Валлен-Деламот «изрядно подивил Петербург, соорудив дом в четыре этажа, где была та, по его разумению, великая достопримечательность, что нельзя было ни увидеть, ни догадаться, где лестницы» [5]. В первой половине XVIII в. лестницы, ведущие в покои жилого этажа над подвалами, строили перед домом в виде выступающего крыльца. Это крыльцо могли оформить на русский манер (открытое крыльцо) или на европейский (колонный

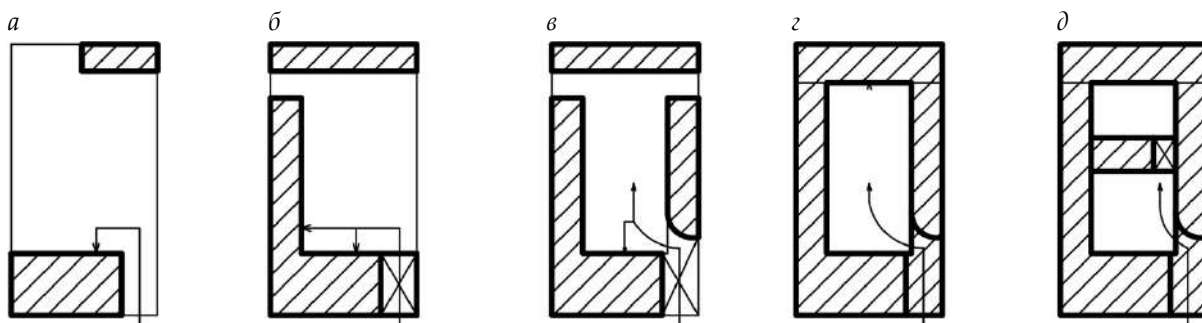


Рис. 1. Развитие организации владельческого участка:

а – усадебная застройка по образцовым проектам начала XVIII в.; б, в – брандмауэрная застройка с началом периметрального освоения участка; г – доходный дом с одним двором; д – доходный дом с двумя дворами

порттик), часто оно выступало за красную линию улицы. Во второй половине XVIII в. такие крыльца были снесены, а здания перестроены – в дом стали заходить непосредственно с улицы, а поднимались на этаж уже внутри дома.

Фасады домов строили согласно классическим вкусам эпохи: симметричными, с акцентом в центральной части. Для того периода характерно применение классических ордеров: для общественных зданий и дворцов использовали «гигантский ордер» высотой в два этажа, в массовой жилой застройке ограничивались одноэтажными колоннами или строили без ордерных колонн. Характерным приемом было выделение первого или цокольного этажа рустовой, стены верхних этажей имели гладкую поверхность. Все стены, как бы скромны ни был дом, имели выделенный цоколь, венчающий карниз, обрамления окон и другие элементы классической архитектуры. Барочный декор постепенно заменяли классическим. Центральную часть фасада выделяли фронтоном или мезонином с фронтоном.

Строительные материалы. Во второй половине XVIII в. был введен единый размер «городового» кирпича – $6 \times 3 \times 1,5$ вершка ($270 \times 130 \times 67$ мм) и улучшено его качество. Выпускали железняк, красный и алый кирпич. Снаружи стены покрывали известковой штукатуркой с покраской, для отделки широко применяли отлитые готовые гипсовые изделия. Перекрытие проемов – кирпичные клинчатые, плоские и арочные перемычки. Заполнение оконных проемов деревянное, с более крупной, чем ранее, расстекловкой с повышением качества стекла. Стало возможным остекление больших окон первого этажа, предназначенного для лавок и кафе. Широко использовались гидравлические растворы для кладки цоколей и карнизов [16].

Железо и чугун стали применять для изготовления декоративных деталей фасадов и иногда для несущих конструкций структур-

ных элементов фасадов, таких как кронштейны балконов. Отдельные части соединяли болтами или кузнечным способом. Тем не менее железо не получило массового применения в строительстве, так как кричное железо не имело высоких механических качеств, а полосовое и сортовое железо было дорогим для широкого использования. Крыши покрывали кровельным железом.

Конструктивные приемы. Основным типом фундаментов жилых зданий был ленточный фундамент из известняковых и бутовых камней. «При использовании местных строительных материалов, таких как бут и булыжник, два нижних ряда (камни большого размера) делали без раствора во избежание действия капиллярной влаги на расположенную выше стену» [1, с. 9]. Под каменной кладкой фундаментов располагались лежни, которые изготавливали из бревен диаметром около 20 см, укладываемых на подготовленную (утрамбованную) поверхность. Лежни должны были находиться обязательно ниже грунтовых вод, а пространство между брусками лежней дополнительно забутовывали. При слабых грунтах использовали свайный частокол. В конце XVIII в. для этих целей забивали сваи диаметром от 8 до 17,5 см, при этом расстояние между ними составляло два-три их диаметра.

Цоколь зданий делали закладным из обожженного кирпича с облицовкой из естественного камня (гранит, известняк, песчаник), постепенно внедрялись прислонные цоколи из резаной известняковой плиты.

Для кладки стен применяли тесаный и ломаный камень, булыжник и кирпич на известковом растворе. Также стены делали наливные, когда два внешних контура стены выкладывали из кирпича, а внутреннее пространство заполняли булыжником с твореной известью [6]. Приоратский дворец в Гатчине является единственным сохранившимся землебитным архитектурным строением XVIII столетия. Его сте-

ны и ограда построены из спрессованных слоев суглинка, пролитого известью. Перед строительством Приората в саду Гатчинского дворца под руководством Н. А. Львова был построен по землебитной технологии угол избы с фундаментом. На прочность её испытывали придворные дамы, пытаясь проколоть зонтиками, и офицеры – стараясь разрушить палашиами [7].

Большинство зданий города строили из кирпича. К 1854 г. в стране было 954 кирпичных завода и выпускалось 126 млн штук кирпичей в год. В середине XVIII в. толщина стен доходила до 7 кирпичей, например у Строгановского дворца. Однако с развитием доходного домостроения стены наверху у карниза стали делать в 2,5 кирпича, внизу у цоколя – в 4 кирпича. Кирпичная кладка поэтажно уменьшалась в толщине, стену возводили уступами, которые делали изнутри здания. Кладка стен была четырехрядная цепная и крестовая. Кирпичные стены периодически оштукатуривали и окрашивали заново. Это стало специфической особенностью для Санкт-Петербурга – возможность постоянного ремонта фасадов, изменение их цвета, а в XVIII в. и изменение стилистики деталей фасада, замена барочных элементов на классические.

Для отделки зданий стали шире применять естественный камень. Новаторской для того времени была отделка Мраморного дворца, облицованного мраморными и гранитными плитами. «Крепились мраморные облицовки железными скобами, а декоративные детали – своеобразными медными болтами-пиронами» [12]. В 1779–1785 гг. Ю.М. Фельтен использовал натуральный камень в отделке фасада Зубовского корпуса Екатерининского дворца в Царском Селе. Первый этаж здания облицован гранитом, а центральная часть фасада выделена портиком с двенадцатью парными колоннами из рисунчатого серого ювенского мрамора с бронзовыми капителями и базами. Отделка фасадов Гатчинского дворца тоже была новшеством – А. Ринальди впервые использовал пудожский камень как облицовочный, он легко поддается обработке и на воздухе приобретает твердость кирпича. В дальнейшем его использовали в облицовке многих зданий, например Камероновой галереи и Казанского собора.

Декоративные элементы фасада выкладывали из тесаного кирпича, окончательную форму придавали гипсовым раствором с помощью специальных лекал, которые протягивали по сырой штукатурке. Также использовали отлитый гипсовый декор, который крепили к кирпичной кладке металлическими закладными.

Венчающие карнизы были неотъемлемой частью любого фасада. Для выноса карниза на кирпичную стену укладывали лещадную ка-

менную плиту так, чтобы часть ее консольно свешивалась, а оставшаяся на стене часть камня была тяжелее (соотношение 2:3). Лещадные плиты крепились горизонтальными железными якорями к каменной кладке. В случае недостаточной устойчивости устанавливали вертикальные железные связи (рис. 2). Карнизы выполняли по лещадной плите для фасадов главных корпусов, для дворовых фасадов, флигелей делали просто кирпичные карнизы.

К балконам на кронштейнах в классицизме относились с осторожностью и использовали их редко. Однако балкон на кронштейнах можно найти на фасаде Мраморного дворца со стороны р. Невы. В этот период балконы поддерживали как каменные, так и литые чугунные консоли.

Перемычки оконных и дверных проемов делали из кирпича по кружалам. Конструктивно проще делать лучковые перемычки, чем прямые, но в этот период лучковые перемычки на фасаде всегда спрямляли.

В XVIII в. надподвальные перекрытия и первого этажа были сводчатыми (рис. 3). В 1720–1780-е гг. от аннинских погребов перешли к эксплуатируемым подвалам. «Самыми распространенными в барочный период были цилиндрические и крестовые своды, затем в конце XVIII – начале XIX века внедрялись крещатые и прусские своды» [1, с. 12]. Проезды во дворы владельческих участков также перекрывали кирпичными сводами. Сводчатые конструкции широко использовались в жилом строительстве Петербурга до 60-х гг. XIX в. Сводчатые перекрытия, огнестойкие, устойчивые, давали возможность перекрывать большие

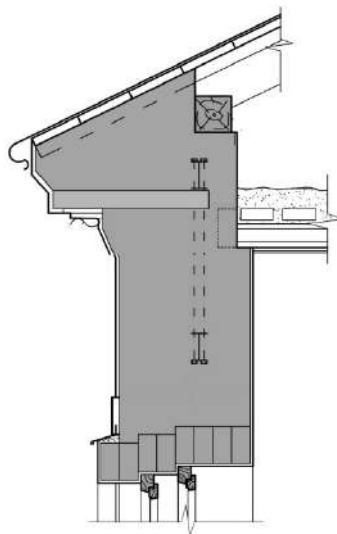


Рис. 2. Карниз с лещадной плитой с анкерной

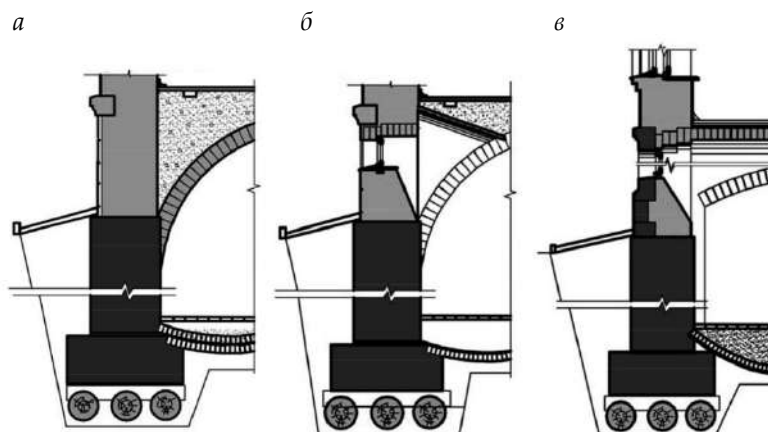


Рис. 3. Надподвальные перекрытия: а – с цилиндрическим сводом; б – с цилиндрическим сводом распалубками; в – по прусским сводам

пространства, недостатком были скорость и дороговизна производства работ.

Перекрытия жилых этажей также были сводчатыми или деревянными балочными. Легкие и прочные на излом деревянные балки получили широкое распространение в перекрытиях верхних этажей зданий. Балки вытесывали из круглых бревен с углублениями для укладки черного пола. Шаг балки был равен 105–140 см, избегали опирания на оконные и дверные перемычки. Концы балок для предотвращения гниения оборачивали войлоком, берестой или толем, обмазывали смолой или дегтем и укладывали в гнезда, оставленные в кирпичной кладке. Кладка не должна была соприкасаться с балкой, для этого оставляли зазор 2,5 см. Высота деревянных балок в жилых помещениях при обычных нагрузках была равна $1/24$ пролета [1]. При пролетах больше 8 м делали составные балки.

Лестницы были кирпичными по сводам с опиранием на стены и столбы. Для облицовки площадок и ступеней использовали плитный камень (пудоский, шалдинский, боровицкий). И. Лем писал, что главная лестница должна быть хорошо освещена и широка. На каменных лестницах делали металлические, каменные или деревянные перила. Через каждые семь ступеней высокие марши надлежало разбивать площадками шириной не менее трех ступеней. Размеры ступеней могли варьироваться, но все должны были иметь одинаковую ширину от 14–18 дюймов (40–45 см), но не менее фута (30 см), высоту 5–6 дюймов (12,7–15 см) [6].

Для раннего классицизма характерны лестницы, помещенные сбоку от главного входа. Такие лестницы можно видеть в Гатчинском дворце, в проекте дворца Чернышева на набережной р. Мойки. В зданиях строгого классицизма архитекторы устраивали парадные лест-

ницы по центру здания напротив парадного входа с широкой площадкой, которая делала возможным обход всего здания по периметру.

Самым распространенным видом крыши при жилом массовом строительстве в историческом центре Санкт-Петербурга была и остается до настоящего времени металлическая крыша по деревянным наклонным стропилам в неотапливаемом холодном чердаке [16]. «С запретом Екатерины II использовать чердачные помещения для своих нужд стали возводить наклонные стропила. Угол наклона снизился до 18–20 градусов» [1, с. 16]. Крыша двухскатная над главным корпусом, выходящим на улицу, и односкатная — над дворовыми флигелями, расположенными по периметру в глубине владельческого участка. Пролеты стропил составляли 6,0–9,0 м. А. Красовский писал, что «... представляет у нас способ покрытия жилых строений небольшой ширины. На капитальных стенах выводятся отдельные столбы толщиной в 2 или 2,5 кирпича в каждой стороне и на взаимном расстоянии от 2 до 4 сажень. На столбах этих кладутся горизонтальные прогоны, подпертые подкосами. На прогонах располагаются стропильные ноги, которые в случае нужды можно подпирать еще подкосами» [9].

До пожара 1837 г. чердачное пространство Зимнего дворца представляло плотную единую сеть деревянных конструкций из стропил и перекрытий. Подкровельное пространство не было разделено брандмауэрными стенами, имелись только редкие разделяющие стены с проемами [10, с. 21]. При отсутствии противопожарных мер пожар 1837 г. уничтожил почти все здание. С конца XVIII в. для предотвращения огня стали делать внутри дремпельные стены, т. е. кирпичные стены, разделяющие чердак на пожарные отсеки.

Для перекрытий больших залов дворцов и богатых особняков применяли висячие стропила с бабками и подкосами. Висячие стропила не дают горизонтального распора на стены и позволяют перекрывать большие пролеты. В висячих стропилах конца XVIII в. можно увидеть прообраз ферменных конструкций.

Крыши стали покрывать кровельным железом (луженой жестью, медью), например крыша Мраморного дворца была покрыта красной медью, которая на солнце напоминала золото.

Выводы. 1. К концу XVIII столетия в основном сформировался традиционный тип петербургской застройки брандмауэрного типа. Владельческий участок застраивался по периметру с образованием внутреннего двора. Улицы формировались из сплошной застройки фасадов жилых зданий, расположенных по красной линии.

2. В этот период в основном сформировался тип петербургского жилого дома, состоящего из лицевого корпуса в два пролета шириной каждый и боковых корпусов по периметру владельческого участка в один пролет. Крыша скатная вальмовая, с уклоном около 20 градусов и стоком внутрь участка.

3. Конструктивной системой жилого дома второй половины XVIII в. была сводчато-балочная конструктивная схема по продольным стенам. Основные строительные конструкции: стены – кирпичные с последующей штукатуркой и каменным цоколем, фундаменты – ленточные каменные по деревянным лагам, крыша – по деревянным наклонным стропилам с неотапливаемым холодным чердаком.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Головина С.Г., Семенов С.В. История развития конструкций зданий жилой исторической застройки на примере Санкт-Петербурга. СПб.: СПбГАСУ, 2012. 39 с.
2. Шуйский В.К. Зодчие Санкт-Петербурга, XVIII век: Архитекторы барокко. Ранний классицизм. Строгий классицизм / ред.: Ю.В. Артемьева, С.А. Прохвятилова. СПб.: Лениздат, 1997. 1020 с.
3. Ожегов С.С. Типовое и повторное строительство в России в XVIII–XIX веках. М.: Стройиздат, 1987. 224 с.
4. Семенов С.В., Кондратьева Л.Н., Пухаренко Ю.В. Конструктивные системы и материалы исторической жилой застройки Санкт-Петербурга XVIII – начала XX веков // Вестник гражданских инженеров. 2016. № 6 (59). С. 53–59.
5. Джакомо Казанова. Великий соблазнитель. Записки венецианца Казановы о пребывании его в России, 1765–1766. М.: Панорама, 1991. 32 с.
6. Лем И. Начертание древних и нынешнего времени разнородных зданий, как то: храмов, домов, садов, статуй, трофеев, обелисков, пирамид и других украшений. Ч. 1. 2-е изд. СПб.: Типография Ивана Глазунова, 1818. 102 с.

7. Спацанский А.Н. Приоратский дворец в Гатчине. СПб.: Абрис, 2004. 16 с.

8. Кючарианц Д.А. Зодчие нашего города. Антонио Ринальди. Л.: Лениздат, 1976. 193 с.

9. Красовский А.К. Гражданская архитектура. Части зданий. СПб.: Типография А.А. Левенсон, 1851. 443 с.

10. Маценков С.А. Чердаки эрмитажа. СПб.: Изд-во Гос. эрмитажа, 2011. 109 с.

11. Возняк Е.Р. Методика исследования детализации фасадов исторических зданий на основе теории архитектурных форм // Современные наукоемкие технологии. 2017. № 1. С. 22–26.

12. Кючарианц Д.А. Зодчие нашего города. Антонио Ринальди. Л.: Лениздат, 1976. 193 с.

13. Мангушев Р.А., Новоходская Н.С., Дацюк Т.А., Кондратьева Л.Н. Петербургский «генетический код». Век XVIII и век XXI // Вестник гражданских инженеров. 2019. № 5 (76). С. 33–40.

14. Семенов С.В., Возняк Е.Р. Композиционная структура фасадов зданий XVIII в. и ее отражение в архитектурно-градостроительной среде Санкт-Петербурга // Вестник гражданских инженеров. 2017. № 4 (63). С. 55–60.

15. Лавров Л.П., Краснопольский А.Ф., Молоткова Е.Г. Реконструкция фасадов Санкт-Петербурга: век XIX и век XXI // Вестник гражданских инженеров. 2017. № 4 (63). С. 26–36.

16. Головина С.Г. Конструкции и архитектурная форма объектов жилой исторической застройки (с учетом реконструкции Санкт-Петербурга): дис. ... канд. архит.: 18.00.01. СПб., 2008. 140 с.

17. Ekaterina Vozniak and Andrey Butyrin. Classification of historical buildings façade's details on the basis of order theory E3S Web of Conferences, Vol. 91 (05016), 2019 Published online: 02 April 2019 DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199105016> PDF (2.046 MB) ReferencesNASA ADS Abstract Service.

REFERENCES

1. Golovina S. G., Sementsov S. V. *Istoriya razvitiya konstruktivnykh zdaniy zhiloy istoricheskoy zastroyki na primere Sankt-Peterburga* [History of development of residential building structures of the city historical development on the example of Saint-Petersburg]. St. Petersburg, SPbGASU Publ., 2012, 39 p.
2. Shuyskiy, V. K. *Zodchie Sankt-Peterburga, XVIII vek: arkhitektory barokko, ranniy klassitsizm, strogiy klassitsizm* [Architects of St. Petersburg, XVIII century: Baroque architects, early classicism, strict classicism]. Ed. by Artem'ev Yu. V., Prokhvatilov S. A. St. Petersburg, Lenizdat Publ., 1997, 592 p.
3. Ozhegov S. S. *Tipovoe i povtornoe stroitel'stvo v Rossii v XVIII-XIX vekakh* [Typical and repeated construction in Russia in the XVIII-XIX centuries]. Moskva, Stroyizdat Publ., 1984, 219 p.
4. Kondratyeva L. N., Sementsov S. V., Pukharenko Yu. V. Construction systems and materials of the historical residential estate development in Saint-Peters-

burg referring to the period from the XVIII century to the beginning of the XX century. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov* [Bulletin of Civil Engineers], 2016, no. 6 (59), pp. 53–58. (in Russian)

5. Dzhakomo Kazanova. *Velikiy soblaznitel'. Zapiski venetsianta Kazanovy o prebyvanii ego v Rossii, 1765–1766* [The great seducer. Notes of the Venetian Casanova about his stay in Russia, 1765–1766]. Moscow, Panorama Publ., 1991, p. 18.

6. Lem I. *Nachertanie drevnikh i nyneshnyago vremeni raznorodnykh zdaniy, kak to khramov, domov, sadov, statuy, trofeev, obeliskov, piramid i drugikh ukrasheniy, s opisaniem* [Drawing of ancient and present-day heterogeneous structures, such as temples, houses, gardens, statues, trophies, obelisks, pyramids, and other decorations, with a description]. Pt. 1. St. Petersburg, Tipografiya I. Glazunova Publ., 1818, 102 p.

7. Spashchanskiy A. N. *Prioratskiy dvorets v Gatchine* [Prioratsky Palace in Gatchina]. St. Petersburg, Abris Publ., 2004, 16 p.

8. Kyuchariants D. A. *Zodchie nashego goroda. Antonio Rinaldi* [The architects of our city. Antonio Rinaldi]. Leningrad, Lenizdat Publ., 1976, 193 p.

9. Krasovskiy A. K. *Grazhdanskaya arkhitektura. Chasti zdaniy* [Civil architecture. Part of buildings]. St. Petersburg, Tipografiya Levenson A. A. Publ., 1851, 443 p.

10. Matsenkov S. A. *Cherdaki Ermitazha. Gosudarstvenniy Ermitazh* [Attics of the Hermitage. State Hermitage Museum]. St. Petersburg, State Hermitage Publ., 2011, 112 p.

11. Voznyak E. R. *Metodika issledovaniya detalizatsii fasadov istoricheskikh zdaniy na osnove teorii arkhitekturnykh form* [Methodology for studying the façade detailing of historical buildings based on the theory of architectural forms]. *Sovremennyye naukoemkie tekhnologii* [Modern knowledge intensive technologies], 2017, no. 1, pp. 22–26. (in Russian)

12. Kyuchariants D. A. *Zodchie nashego goroda. Antonio Rinal'di* [The architects of our city. Antonio Rinaldi]. Leningrad, Lenizdat Publ., 1976, 193 p.

13. Mangushev R. A., Novokhodskaya N. S., Datsyuk T. A., Kondrat'eva L. N. *Peterburgskiy «geneticheskiy*

kod». *Vek XVIII i vek XXI* [St. Petersburg «genetic code». The XVIII century and the XXI century]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov* [Bulletin of Civil Engineers], 2019, no. 5 (76), pp. 33–40. (in Russian)

14. Sementsov S. V., Voznyak E. R. *Kompozitsionnaya struktura fasadov zdaniy XVIII v. i ee otrazhenie v arkhitekturno-gradostroitel'noy srede Sankt-Peterburga* [Compositional structure of the facades of buildings in the XVIII century and its projection in the architectural and urban environment of Saint Petersburg]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov* [Bulletin of Civil Engineers], 2017, no. 4 (63), pp. 55–60. (in Russian)

15. Lavrov L. P., Krasnopol'skiy A. F., Molotkova E. G. *Rekonstruktsiya fasadov Sankt-Peterburga: vek XIX i vek XXI* [Reconstruction of building facades in Saint Petersburg: XIX – XXI century]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov* [Bulletin of Civil Engineers], 2017, no. 4 (63), pp. 26–36. (in Russian)

16. Golovina S. G. *Konstruktivnyy i arkhitekturnyye formy ob"ektov zhiloy istoricheskoy zastroyki (s uchetom rekonstruktsii Sankt-Peterburga)*. Diss. kand. arkhitekt. [Constructions and architectural form of residential historical buildings (taking into account the reconstruction of St. Petersburg)]. PhD in Arch. diss.]. St. Petersburg, 2008, 140 p.

17. Ekaterina Vozniak and Andrey Butyrin. Classification of historical buildings façade's details on the basis of order theory. *E3S Web of Conferences*, 2019, vol. 91 (05016).

Об авторе:

ГОЛОВИНА Светлана Геннадьевна

кандидат архитектуры, доцент,
проректор по учебной работе, заведующая кафедрой
архитектурно-строительных конструкций
Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет
190005, Россия, г. Санкт-Петербург,
ул. 2-я Красноармейская, 4
E-mail: prorektor.ur@spbgasu.ru

GOLOVINA Svetlana G.

PhD in Architecture, Associate Professor
Vice Rector for Academic Affairs, Head of the
Architectural and Engineering Constructions Chair
Saint Petersburg State University of Architecture
and Civil Engineering
190005, Russia, Saint Petersburg,
Vtoraya Krasnoarmeyskaya Str., 4
E-mail: prorektor.ur@spbgasu.ru

Для цитирования: Головина С.Г. Архитектурно-конструктивные особенности жилых зданий Санкт-Петербурга второй половины XVIII века // Градостроительство и архитектура. 2020. Т. 10, № 2. С. 71–77. DOI: 10.17673/Vestnik.2020.02.10.

For citation: Golovina S.G. Architectural and Design Features of Residential Buildings in Saint-Petersburg in the Second Half of the XVIII Century. *Gradostroitel'stvo i arkhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2020, Vol. 10, no. 2, Pp. 71–77. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2020.02.10.

А. С. ИСАКОВ

АРХИТЕКТУРА ФАБРИКИ-КУХНИ РАБОЧЕГО ПОСЕЛКА «СОЦГОРОДОК» В Г. ПЕРМИ В АСПЕКТЕ ЭВОЛЮЦИИ УТОПИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ

ARCHITECTURE OF THE PERM FACTORY-KITCHEN
OF THE INDUSTRIAL TOWNSHIP "SOTSGORODOK" IN MOTOVILIKHA
IN THE ASPECT OF EVOLUTION OF UTOPIC IDEOLOGY

Рассматривается взаимосвязь идеи обобществления быта и возникновения типологии объектов общественного питания в трудах социалистов-утопистов. В этом аспекте исследуется концепция проектирования соцгородов в СССР с элементами обобществления жизненных процессов. Выявляются особенности архитектуры фабрики-кухни в городе Перми в рабочем поселке «Соцгородок».

The article considers the architectural features of the first factory-kitchens in the USSR, and other factories-kitchens Ivanovo region, built in the 1920-30-ies. Explores the history of their creation, planning and functional features of the original and the existing condition of the facades.

Ключевые слова: фабрика-кухня, общественное питание, конструктивизм, витраж

Keywords: factory kitchen, catering, constructivism, stained glass

Новая модель государственного устройства первой в мире социалистической страны определила основные принципы жилищного и общественного строительства, которые должны были стать основой жизненного уклада человека. Советской власти, выступавшей в качестве заказчика в строительстве в 1920–1930-е гг., была необходима новаторская и передовая архитектура. К середине 1920-х гг. были сформулированы семь основных принципов создания новой среды обитания советского человека: 1) организованная структура расселения; 2) новаторская специфика планировки поселений; 3) объединение населения в коллективы; 4) особые нормы общественного поведения; 5) обобществление бытовых нужд населения; 6) организация коммунального жилища; 7) повышение культурного уровня населения. В результате реализации этих принципов на практике по замыслу советского руководства должна была сформироваться модель нового жизненного уклада – «социалистическое» бытие.

Новые социалистические производственные отношения и новый общественный строй выдвигали потребность в новых типах зданий. Типы объектов, их функционально-пространственная организация – все это должно было оказывать значительное влияние на процесс формирования нового бытового уклада. Ставилась задача постепенно реорганизовать систему расселения, создать новую взаимосвязь между индивидуальной частью жилища и его общественным сектором.

Новая архитектурная организация жизненного пространства не являлась оболочкой, пассивно отражающей новый быт, она оказывала обратное влияние на формирование бытового уклада. Такой подход к формированию городской среды и обслуживания населения предполагал равномерное размещение общественных элементов – фабрик-кухонь, клубов, бань-прачечных, универмагов и других объектов – в каждом жилом районе, являющемся составной частью единого «городского организма». Предлагалось создать многоуровневую систему обслуживания, при которой каждый член общества имел равный доступ к общественным элементам городской среды от рождения до старости. Необходимо было решить двухвекторную систему развития многообразных типов общественных зданий как по горизонтали, так и по вертикали по всем типам градообразующих элементов – жилых зданий, междоуровневых территорий и целых районов страны. Создавалась такая модель обеспечения культурно-бытового обслуживания, при которой городская ткань должна была иметь в качестве ядра свой комплекс общественных зданий. Структурировалась она следующим образом: городской комплекс, комплекс жилого района, микрорайон, первичная жилая группа (рис. 1).

Концепция коллективной организации жилого пространства с обобществленным бытом, в том числе в части организации общественного питания, возникла задолго до возникновения советского государства. Рассмо-

трим наиболее яркие и представляющие интерес концепции социалистов-утопистов: Томаса Мора, Томмазо Кампанеллы, Роберта Оуэна, Шарля Фурье, Этьена Кабе, Теодора Дезами. Исследование проводилось по временной экспоненте, начиная с самых ранних концепций общественного устройства городов и до появления модели «соцгорода» в СССР.

Разработка и совершенствование идей коллективной организации жизни велись утопистами на протяжении 350 лет, что показывает философскую глубину вопроса создания «социалистического» быта. В статье рассматриваются основные положения утопических концепций и приводятся схемы воображаемых городов-коммун.

Томас Мор (1478–1535) является родоначальником утопического социализма, который в своей книге «Утопия» представляет читателю описание воображаемого города Амаурот (рис. 2). Город имел форму квадрата с размерами сторон 3х3 км. Планировочной основой города была хозяйственная ячейка из 30 семейств численностью 1200 человек – филарх. Все население города насчитывало 240 тыс. человек и состояло из 6000 тыс. семей, а каждая семья включала 40 человек. Город был разделен на 4 одинаковых района по 60 тыс. человек. В центральной части каждого района располагался рынок для бесплатного распределения продуктов. В основной хозяйственной ячейке на 1200 человек была построена столовая – дворец сифогранта. «Действительно, хотя никому не запрещено обедать дома, но никто не делает этого охотно, потому что считается непристойным и глупым тратить труд на приготовление худшей еды. Когда во дворце, отстоящем так близко, готова роскошная и обильная» [1, с. 131].

В центральной части города располагался храм. Вечером обеденные залы столовой использовались для развлечений. В свободное от работы время население изучало различные науки, ежедневно в городе проходили лекционные чтения.

В воображаемом городе Солнца Томмазо Кампанеллы (1568–1639) (рис. 3) процесс обобществления быта регулировался общиной, которая являлась основой государственной модели. В ней было обобществлено все: питание, воспитание детей, дома, средства и производимая продукция. Город Солнца располагался на холме, в плане представлял собой круг диаметром 3 км, внешний пояс города формировался земляным валом с бастионами и башнями. Город делился улицами, направленными из центра по четырем сторонам света, на четыре сектора. Планировочная структура города была образована семью поясами, в них находи-

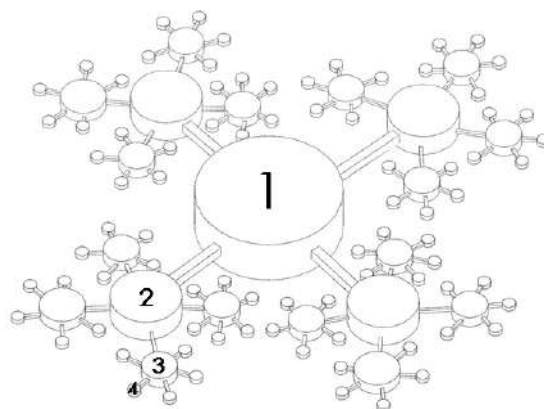


Рис. 1. Модель ступенчатого обслуживания городского комплекса в 1930-е гг.:

1 – городской комплекс; 2 – комплекс жилого района; 3 – микрорайон; 4 – первичная жилая группа

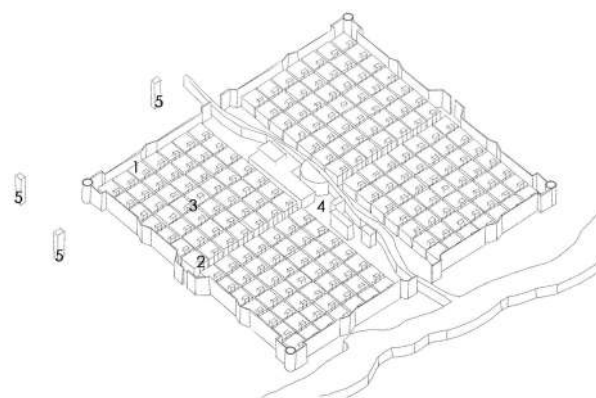


Рис. 2. Город утопии Амаурот.

Томас Мор, 1516 г. (графическая реконструкция): 1 – основная жилая ячейка города 30 семейств (1200 чел.) – филарх; 2 – столовая-дворец сифогранта; 3 – рыночная площадь – центр района – 60 тыс. жителей; 4 – центр города; 5 – общинная больница

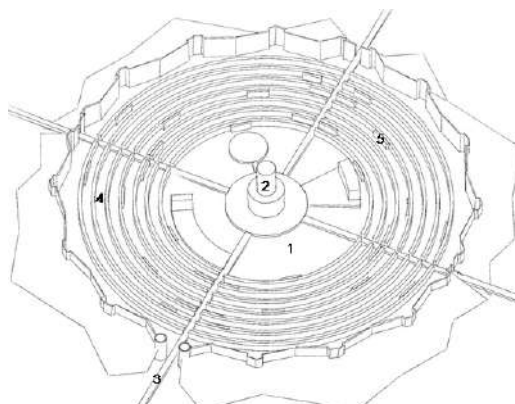


Рис. 3. Город Солнца. Кампанелла, 1602 г.

(графическая реконструкция): 1 – центр города; 2 – храм; 3 – радиальные улицы; 4 – кольцевые улицы; 5 – лестницы в жилые помещения

лись типовые здания, на первых этажах которых располагались: кухни, столовые, магазины, бани, склады с оружием, на вторых этажах – спальные комнаты и помещения для занятий «отвлеченными науками». Науки, имевшие статус священных, изучались в храме, расположенном в центре города. Процесс организации общественного питания в городе Солнца имел научное обоснование. «На обязанности врачей лежит заказывать поварам еду на каждый день: что готовить старикам, что молодым и что для больных» [2, с. 70].

Вопросы обобществления быта в области общественного питания были отражены в описании проекта коммуны на 2000 человек Роберта Оуэна (1771–1858) (рис. 4) и были изложены в его докладе для комитета Ассоциации по облегчению положения промышленных и сельскохозяйственных рабочих в 1817 г. «Внутри квадрата находятся общественные здания, линия расположения которых разделяет квадрат на параллелограммы. В центральном здании находятся общественная кухня, столовая и все оборудование, необходимое для того, чтобы экономно и с удобством приготовить и употребить пищу» [3, с. 100].

Коммуна в планировочном решении представляла собой квадрат, сформированный жилыми корпусами, в которых на первом и втором этажах размещались семьи с детьми, третий

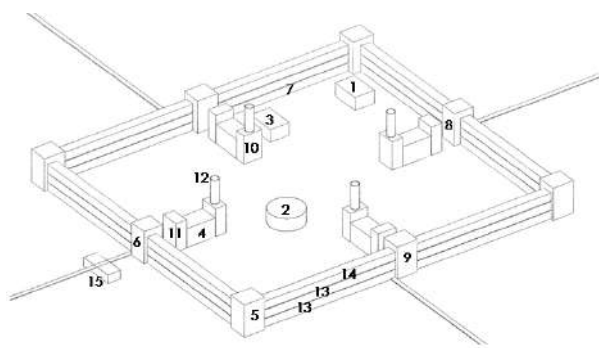


Рис. 4. Проект коммуны на 2000 человек.

Роберт Оуэн, 1817 г. (графическая реконструкция): 1 – закрытый спортивный зал для школы и больницы; 2 – консерватория; 3 – ванное помещение; 4 – столовая и кухня; 5 – школы и детские учреждения: в нижних этажах – комнаты для бесед взрослых (разговорная комната); 6 – библиотека, читальный зал, переплетная и типография; 7 – танцевальный зал и музыкальная комната; 8 – театр для лекций, выставок, дискуссий, лаборатория, небольшая библиотека; 9 – музей, помещение каталогов; 10 – пивоваренный завод, булочная, прачечная; 11 – столовые для школ и детских учреждений; 12 – иллюминаторы для освещения, башенные часы и обсерватория; 13 – гостиные и палаты для взрослых; 14 – общежитие для холостых и детей; 15 – подземные тоннели в кухне

этаж отводился под общежитие для холостых и детей. Общественные функции предлагалось равномерно распределить в многочисленных корпусах, сформированных в четырех узловых точках квадрата, в средней части жилого корпуса, разделяя его на две равные половины, и во внутреннем дворе коммуны. Общественное питание было технологически продуманно с точки зрения загрузки и доставки продуктов через подземные тоннели, которые выходили в производственную часть кухни. Предполагалось создание двух столовых – одна для школ и детских учреждений, другая – для остальных жителей коммуны.

Идея создания общественных столовых в структуре коммуны Роберта Оуэна выделяется относительно других философских утопий глубиной проработки, так как проект был подготовлен на базе накопившегося личного опыта автора. Реализация подобной коммуны была осуществлена в Нью-Лернаке, в которой Оуэн управлял бумагопрядильной фабрикой и общиной, общей численностью 2500 человек, в 1800–1829 гг.

В книге «Новый промышленный и общественный мир» Шарль Фурье (1772–1837) знакомит читателя с планировочной организацией и устройством коммуны-фаланстера на 1800 человек с новыми принципами организации общественного питания и другими элементами обобществления быта (рис. 5). По мысли Фурье фаланстер находился на расстоянии 16 км от города на участке площадью 40 га. Главные корпуса коммуны сформированы вокруг площади для парадов, объемы располагались в виде каре, с выступающими частями, в которых находились столярные и слесарные мастерские, музыкальные школы – в правой части, общежитие для приезжих – в левой части. В корпусах, расположенных в центральной зоне каре, находились помещения кухни. Внутренний двор был организован для прогулок. Все корпуса коммуны связаны между собой переходами, тем самым формировался единый жилой и общественный фаланстер-коммуна. В своей книге Фурье подчеркивал достоинства общественного питания: «Короли, несмотря на свой штат поваров, не могут пользоваться столом столь изысканным, как простой народ в строе гармонии» [4, с. 278]. В обеденных залах предполагалось разделение на залы для патриархов, детей и людей бедных и богатых сословий.

Утопическая идея строительства крупного города на 600 тыс. человек выдвигается в книге «Путешествие в Икарию» Этьена Кабе (1788–1856). Воображаемый город Икария (рис. 6) вписан в круг и сформирован из

60 одинаковых кварталов для проживания общины по 10 тыс. человек. Квартал в свою очередь состоял из жилых комплексов по 16 домов с одним общественным зданием. Дома индивидуальные, четырех- или пятиэтажные на одну семью, численностью 25 человек. Город делился на две части рекой, 50 улиц формировали город параллельно реке, 50 – перпендикулярно. Общественный центр города находился на острове в центральной части реки и города, в каждом районе предполагалась своя площадь. В вопросе общественного питания автор не следует по пути полного обобществления бытовых процессов, а предлагает организовать питание для занятых на производстве в общественных столовых на 1000–2000 человек, где работающее население должно было завтракать и обедать. Дома обедали люди, не занятые на производстве. Предполагалось, что ужин будет для всех организовываться дома. Предусматривались опорные магазины, в которых существовала система доставки продуктов в корзине на дом, индивидуально каждой семье.

Описание плана дворца-коммуны и системы обобществления жизни населения коммуны численностью 10 тыс. человек содержится в книге «Кодекс общности» Теодора Дезами (1803–1850). Коммуна, состоящая из жилых и общественных корпусов, занимала участок 1,5x1,5 км (рис. 7). Жилой блок был расположен в центре, по периметру располагались сельскохозяйственные угодья, огороды и сады. Дворец-коммуна в форме квадрата имел четыре этажа, в центральном общественном ядре размещались общественные столовые, кафе, производственные помещения кухни, библиотека, залы для игр и проведения обучающих занятий. В четырех корпусах внешнего квадрата располагались жилые помещения, школы, мастерские и магазины. По мнению автора, жители коммуны должны были проводить почти весь день среди людей, поэтому они не нуждались в большом количестве комнат. На каждого взрослого человека необходимо было иметь спальное помещение со встроенной мебелью, комнату для чтения и работы, санитарный узел с ванной. Основные принципы функционирования коммуны – это соединение промышленного и сельскохозяйственного труда, чередование физических и умственных занятий, уничтожение обособленного домашнего хозяйства, общественное воспитание детей. Главное преобразование, по мысли Дезами, должно было произойти в сфере общественного питания: «Одним из важнейших завоеваний унитарного принципа (этого, возможно, и не подозревают!), бесспорно, будет замена од-

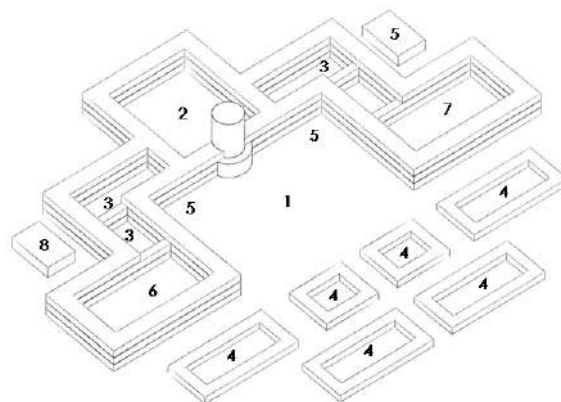


Рис. 5. Фаланстер Фурье на 1800 человек. 1830 г.

(графическая реконструкция):

1 – площадь для парадов; 2 – главный двор для прогулок (здесь же расположены кухни); 3 – двory между жилыми корпусами (во дворе слева конюшни); 4 – двory для сельскохозяйственных работ; 5 – оперный зал; 6 – караван-сарай с залами для приезжих; 7 – столлярные и слесарные мастерские, музыкальные школы духовых инструментов; 8 – церковь



Рис. 6. Город утопии Икария на 600 тыс. человек.

Э. Кабе (графическая реконструкция):

1 – квартал общины на 10 тыс. жителей;
2 – районная площадь; 3 – центр города

ной большой кухней двух-трех тысяч кухонь, которые в настоящее время необходимы для такого числа людей, какое составит население коммуны равных. В самом деле, что более противоречит законам чистоты и полезности для здоровья, чем отвратительная, бессмысленная и противная система отдельных хозяйств, система, основанная на принципе: каждый у себя и каждый для себя, и возведенная в наши дни в политическую догму» [5, с. 123].

В процессе создания «социалистического» быта в СССР, после восстановления разрушенного хозяйства во время Гражданской войны, в начале 1920-х гг. взгляды архитекторов и общественных деятелей были обращены к идеям

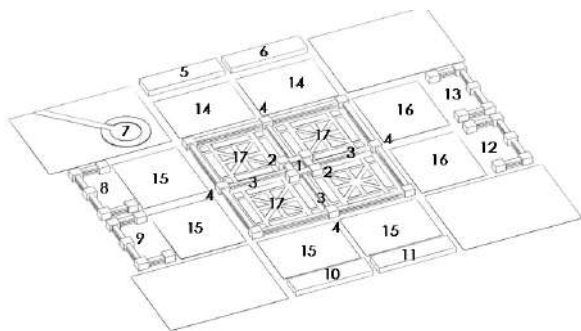


Рис. 7. Дворец коммуны на 10 тыс. человек.

Т. Дезами, 1873 г. (графическая реконструкция):

1 – цветник; 2 – малый пояс: кухни, помещения для питания, игровой зал, опера, библиотека, большой конференц-зал; 3 – соединительные галереи между двумя поясами; 4 – внешний пояс: магазины, школы, цехи, квартиры; 5 – музей; 6 – оранжерея и теплицы; 7 – бассейн; 8 – вредные цеха, скорняжные мастерские; 9 – резервуар для газа; 10 – металлургия; 11 – стойла и конюшни; 12 – бани; 13 – дом для престарелых; 14 – ботанический сад; 15 – фруктовый сад; 16 – цветники; 17 – сады

социалистов-утопистов: Оуэна, Дезами и др. Их концепции были восприняты как отправная точка в формировании новых принципов организации социалистического города, его жилой и общественной составляющей.

Первые высказывания на эту тему были сделаны в 1919 г. в период Гражданской войны. В.И. Ленин сформулировал принципы преобразования домашнего хозяйства в крупное общественное, в общих чертах описал возможную систему коллективного расселения: «Не ограничиваясь формальным равноправием женщин, партия стремится освободить их от материальных тягот устарелого домашнего хозяйства путем замены его домами-коммунами, общественными столовыми, центральными прачечными, яслями и т. п.» [6, с. 415].

Теоретическая база для проектирования социалистических городов, вместе с новыми типами жилья и общественных зданий с элементами обобществления быта в области питания населения СССР, организовывалась на новых принципах в 1925–1930-е гг. Формирование авангардной архитектуры происходило в связи с переоценкой сложившихся моделей расселения и поиском новых смелых идей. Отмена частной собственности позволила по-другому организовать материально-пространственное окружение населения. «Планируя среду своего обитания, человек планирует и свою будущую жизнь, в конечном счете – самого себя. Любая архитектурная задача исходит от некой идеальной модели жизнеустройства и имеет в ней свое оправдание» [7, с. 3]. Дискуссии между архи-

текторами, градостроителями, экономистами и социологами на тему расселения и создания новых типологий в архитектуре происходили в полемике с научными обоснованиями этих идей. Свои концепции строительства соцгорода создали экономист Л.М. Сабсович, социолог М.А. Охитович. Ведущий теоретик архитектуры 1930-х Н.А. Милютин в своей книге «Соцгород» так представляет будущие черты новой архитектуры: «Советский населенный пункт должен быть честен и прост в своих формах, как честен и прост рабочий класс; разнообразен, как разнообразна жизнь; стандартны должны быть лишь части, из которых создаются здания, а не сами здания; экономичен в затраченном материале и обслуживании, а не в пространстве и объеме; радостен, как радостна природа. Наконец он должен быть удобен, светел, гигиеничен. Легкость, целесообразность, простота, разнообразие, чистота, максимум света – вот то, на чем должно основываться архитектурное оформление советского строительства» [8]. Идея Т. Дезами в области обобществления быта и строительства фабрик-кухонь в книге «Соцгород» получает свое развитие и обоснование для сложившегося политического устройства страны.

«Чтобы установить основные принципы застройки жилой части советского населенного пункта для нашей переходной эпохи, мы прежде всего должны ясно сформулировать те задачи, которые будут предъявлены нами к жилью в ближайшие же годы, так как даже самое простейшее облегченное строительство рассчитывается на 25–40 лет. В течение этого времени всякая реконструкция (перестройка) быта будет сильно связываться структурой жилья, рассчитанного на тот бытовой уклад, который существовал в момент возведения постройки. Так, строя отдельные кухни на 2–3 комнаты, мы затрачиваем в десятки раз больше средств и трудов, чем требуется для постройки большой фабрики-кухни или пищекомбината с сетью общественных столовых и подсобных кухонь при общежитиях. Сегодня этот вопрос решается нами путем попытки строить и то и другое, а так как денег-то у нас маловато, то и получается, что мы строим главным образом индивидуальные кухни. А не крупные, механизированные» [8, с. 32].

В период первой пятилетки в 1928–1932 гг. на территории СССР развернулось грандиозное промышленное строительство. Потребовалось создать новые социалистические города, были подготовлены проекты планировки Автостроя (при Горьковском автозаводе), Кузнецка, Магнитогорска, Сталинграда и др. В 1929 г. архитекторы А. и Л. Веснины представили проект застройки жилого района Сталинграда на

32 тыс. человек (рис. 8). Композиционно район сформирован вокруг общественного комплекса, в который входили фабрика-кухня, клуб, универмаг. Предлагался вариант создания 12 жилых комбинатов, рассчитанных на 2600 человек, каждый жилой комбинат соединялся переходами со своим общественным центром. Образовательный комплекс включал в себя детские сады и школу.

Проект типового дома-коммуны на 1100 чел. архитекторы А. и Л. Веснины разработали для застройки соцгорода Кузнецка (рис. 9). Объемно-планировочная идея заключалась в создании общественного сектора, в который входили клуб и столовая. Он являлся главным

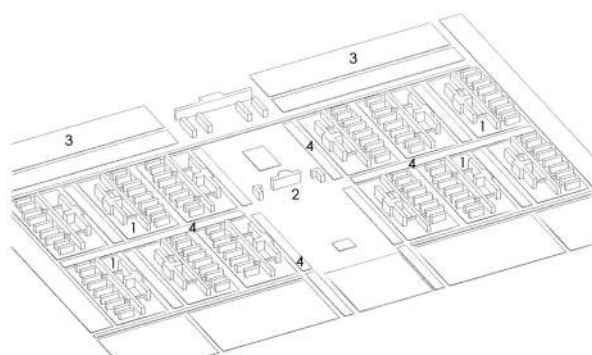


Рис. 8. Схема застройки жилого района Сталинграда (ныне Волгограда) на 32 тыс. жителей, арх. А. и Л. Веснины, 1929 г. (графическая реконструкция):
1 – жилые комбинаты на 2600 человек; 2 – общественный комплекс района; 3 – школьный городок; 4 – зеленые полосы

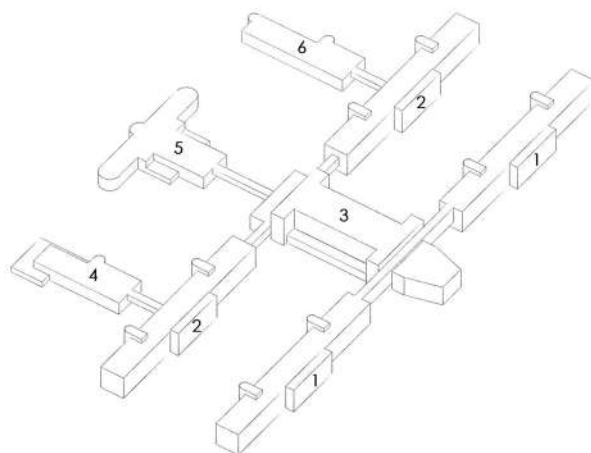


Рис. 9. Застройка социалистического города Кузнецка, проект дома-коммуны на 1100 человек, арх. А. и Л. Веснины, 1930 г. (графическая реконструкция):
1 – общежитие для холостяков; 2 – жилые корпуса для семейных; 3 – здание общественного сектора; 4 – детские ясли; 5 – школа-интернат; 6 – детский сад

ядром дома-коммуны, которое соединялось переходами со школой-интернатом и с корпусами общежития для холостяков и семейных.

Соцгород с его обобществленным бытом и коллективными формами проживания рассматривался как градостроительное образование, состоящее из типовых жилищных элементов-жилкомбинатов, рассчитанных на 2–4 тыс. человек. Жилкомбинат – это крупномасштабный дом-коммуна, разросшийся до масштабов квартала, где жилые и общественные здания могли быть объединены переходами. Структура соцгорода, с одной стороны, обеспечивала равные по удобству, уровню культуры и бытового обслуживания условия для всех проживающих, а с другой – предполагала управление социальными процессами. Развитие концепции соцгорода утверждал целый ряд правительственных постановлений начала 1930-х гг., таких как: «О перестройке быта», «Об обустройстве населенных мест», «О Московском городском хозяйстве ...» и др. [9, с. 222].

Идеи советских архитекторов и теоретиков были логически выстроены и обусловлены, но руководство страны не собиралось воплощать эти идеи на практике, решалась одна единственная задача – воплотить в жизнь организационно-управленческую модель, при которой соцгород повышал бы производительность труда рабочего класса на промышленных предприятиях. Строительство социалистических городов происходило в процессе индустриализации СССР, проектирование и строительство нового жилья и общественных зданий было необходимой составляющей для новой промышленности. В итоге была разработана общая теоретическая база функционального зонирования соцгорода: «Мы будем иметь зоны расположения транспортных сооружений, связывающих отдельные производственные части между собой, затем зону производственных предприятий, расположенных в соответствии с потоком технологических процессов обработки... Далее – жилую зону, отделенную зеленой полосой от производственной зоны, и затем – различного рода культурно-просветительные учреждения, парки и т. д. Вся эта система должна найти свое завершение в сельскохозяйственной зоне, то есть в системе ферм, огородов и т. д.» [8, с. 116–117].

Строительство комплекса жилых домов и общественных зданий на окраине г. Перми для рабочих Мотовилихинского завода началось в 1926 г. Для проектирования «соцгородка» руководство завода привлекло академика архитектуры С.Е. Чернышева, разработавшего до этого проект комплексной застройки показательными домами для квартир рабочих в Москве (кон-

курс проводился Московским архитектурным обществом в 1922–1923 гг., проект С.Е. Чернышева признан одним из лучших). Это была вторая в Прикамье крупная градостроительная работа. Социалистический поселок строили около промышленного предприятия. Сложный рельеф участка и ветровой режим требовали разместить жилье на достаточном, по санитарным условиям, удалении от завода и отделать его от района дореволюционной застройки. Выбор пал на сравнительно ровный участок вблизи деревни Горы, расположенный вдоль магистрали, идущей из центра города. Решением городского Совета в 1928 г. для строительства поселка был отведен участок в 18900 м² [10].

Основу жилой застройки Мотовилихинского рабочего поселка составили кварталы благоустроенных трех- и четырехэтажных кирпичных домов с квартирами большой площади. По конструктивной схеме – это здания с продольными несущими стенами, что позволило создать секции из двух типов квартир со сквозным проветриванием. При проектировании были учтены ориентация квартир, инсоляция, проветривание внутриквартирных пространств. В первую пятилетку выросли новые кварталы многоквартирных жилых домов, куда переселялись семьи мотовилихинских рабочих. Вместе с жильем возводились обслуживающие предприятия: фабрика-кухня, баня-прачечная, больница, гостиница «Металлург», гараж [11, с. 58, 59].

В дальнейшем рабочий поселок (рис. 10) был развит немецким архитектором Х. Майером, разработавшим проект «Соцгородок Горки» (1932). Этот проект, отталкиваясь от уже существовавшей застройки, создавал новую

композицию, объединяющую два населенных пункта – Мотовилиху и Пермь. Начавшаяся Великая Отечественная война не позволила осуществить данный проект в полной мере. Из зданий, построенных по проекту Х. Майера, сохранились «Дом специалистов» и общежитие механического техникума на ул. Уральской.

Фабрика-кухня в застройке рабочего поселка «Соцгородок» была построена в 1929–1932 гг., предположительно по проекту С.Е. Чернышева. Она расположена в центре площади, которая образовывалась улицами Уральской, Металлистов, Работницы и Лебедева. Рассматриваемый объект являлся ключевым элемен-

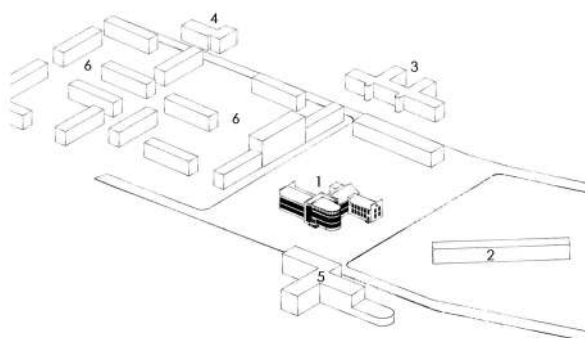


Рис. 10. Пермская фабрика-кухня в структуре рабочего поселка «Соцгородок» в г. Мотовилихе (графическая реконструкция): 1 – фабрика-кухня, ул. Уральская, 85; 2 – «Дом специалистов», ул. Уральская, 87 (арх. Х. Майер); 3 – поликлиника, ул. Лебедева, 11 (в руинированном состоянии); 4 – здание гостиницы «Металлург», ул. Циолковского, 15; 5 – Дом техники, ул. Уральская, 78 (арх. П.А. Голосов); 6 – жилые дома соцгородка



Рис. 11. Объемно-пространственное и функциональное решение фабрики-кухни в г. Перми (графическая реконструкция)

Анализ архитектурных изменений по фотоматериалам

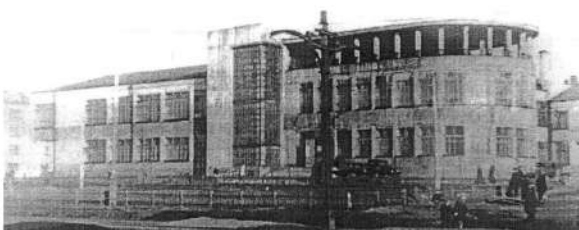


Фото 1. Вид на фабрику-кухню с севера. 1940-е гг.
Из частной коллекции В.В. Семяникова



Фото 2. Вид на фабрику-кухню с севера. 1950-е гг.
ГАПО. Ф\Ф 61 гл. Д.2781.



Фото 3. Вид на фабрику-кухню с севера. 1990-е гг.
Из частной коллекции А.Б.Киселева



Фото 3. Вид на фабрику-кухню с севера. Современное состояние.
Из частной коллекции И.А.Казуса

Рис. 12. Общий вид фабрики-кухни в г. Перми
(первоначальный вид и современное состояние)

том в формировании пространства площади и обеспечении рабочих завода и жителей «соц-городка» общественным питанием.

В плане здание композиционно сформировано двумя основными объемами, сдвинутыми относительно друг друга и соединенными двухэтажным переходом. Архивного проекта фабрики-кухни не сохранилось, но по найденным фотоматериалам и планам, предоставленным БТИ, была построена объемная модель (рис. 11) и проанализировано функциональное решение объекта и особенности архитектурных изменений (рис. 12). Функциональные зоны основного объема составляют вестибюль, гардероб, обеденные залы, открытая терраса. Корпус выходит главным фасадом на ул. Уральскую. Главный объем в виде параллелепипеда разделен лестничной клеткой на две равные части, одна из которых имеет полукруглую форму в плане, с открытой террасой на третьем этаже. Производственная зона и администрация фабрики-кухни располагались в двухэтажном корпусе, который соединялся переходом с основным объемом фабрики-кухни.

Конструктивистская стилистика фасадов фабрики-кухни подчеркнута горизонтальными лентами остекления полукруглого объема и вертикальным угловым витражом лестничной клетки. Подобные архитектурные решения имеет Дом техники (арх. П.А. Голосов), расположенный напротив фабрики-кухни. Динамическое взаимодействие этих зданий создает вектор движения, направленный в сторону города.

Выводы. В статье проанализированы идеи формирования обобществленного быта в общем и организации общественного питания в частности в ходе эволюции утопического мышления. Определены основные черты формирования системы общественного обслуживания в СССР в 1920–1930-е гг., а также показаны особенности реализации этих идей в условиях социалистического строительства рабочего поселка «Соцгородок» и фабрики-кухни в г. Перми. Исследованы особенности ее градостроительной ситуации, объемно-пространственной и функционально-планировочной структуры. Выявлены изменения архитектурного облика.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мор Т. Утопия. М., 1953. 161 с.
2. Кампанелла. Город Солнца. М., 1954. 247 с.
3. Оуэн Р. Избранные сочинения. М., 1950. Т. 1. 424 с.
4. Фурье Ш. Новый промышленный и общественный мир. М., 1939. 468 с.
5. Дезами Т. Кодекс общности. М., 1956. 265 с.
6. КПСС в резолюциях и решениях съездов, конференций и пленумов ЦК. М., 1953. Изд. 7, ч. II. 1204 с.

7. Иконников А.В. Утопическое мышление и архитектура. М., 2004. 400 с.
8. Милютин Н.А. Соцгород. М., 1930 / цит. по: Гутнов А., Глазычев В. Мир архитектуры. М., 1990. 84 с.
9. Стариков А.А., Звагельская В.Е., Токменинова Л.И., Черняк Е.В. Екатеринбург: История города в архитектуре. Екатеринбург, 1998. 256 с.
10. ГАПО. Ф. р-38. Оп. 1. Д. 705. Л. 6-7; Ф. 145. Оп. 1. Д. 54. Л. 1.
11. Терехин А.С. Пермь: очерк архитектуры. Пермь, 1980. 120 с.

REFERENCES

1. Mor T. Utopia. M., 1953, 161 p.
2. Campanella. *Gorod Solntsa* [City of the Sun]. M., 1954, 247 p.
3. Owen R. *Izbrannye sochineniya* [Selected Works]. M., 1950, Vol. 1. 424 p.
4. Fur'e Sh. *Novy promyshlenny i obshchestvenny mir* [New industrial and social world]. M., 1939. 468 p.
5. Dezami T. *Kodeks Obshchnosti* [Community Code]. M., 1956. 123 p.
6. KPSS v rezolyutsiyakh i resheniyakh s'ezdov, konferentsiy i plenumov TSK [CPSU in resolutions and decisions of congresses, conferences and plenums of the Central Committee]. M., 1953, ed.7, part II. 415 p.
7. Ikonnikov A.V. *Utopicheskoe myshlenie i arkhitektura* [Utopian thinking and architecture]. M., 2004, 400 p.
8. Milyutin. *Sotsgorod*. M., 1930. 84 p.
9. Starikov A.A., Zvangel'skaya V.E., Tokmeninova L.I., Chernyak E.V. *Ekaterinburg: Istoriya goroda v arkhitekture* [Ekaterinburg: History of the city in architecture]. Ekaterinburg, 1998. 256 p.
10. GAPO [Perm State Archives] F. section 38. Inv. 1. C. 705. Sh. 6-7; F. 145. Inv. 1. C. 54. Sh. 1.
11. Terekhin A.S. *Perm', Ocherk arkhitektury* [Perm, An Essay on architecture]. Perm, 1980, 120 p.

Об авторе:

ИСАКОВ Александр Сергеевич
ведущий архитектор
ООО «Куйбышевский Промстройпроект»
443100, Россия, г. Самара, ул. Невская, 3
E-mail: itas-3@mail.ru

ISAKOV Aleksandr S.
Leading Architect,
ООО «Kujbyshevskij Promstrojproekt»
443100, Russia, Samara, Nevskaya str., 3
E-mail: itas-3@mail.ru

Для цитирования: Исаков А.С. Архитектура фабрики-кухни рабочего поселка «Соцгородок» в г. Перми в аспекте эволюции утопического мышления // Градостроительство и архитектура. 2020. Т. 10, № 2. С. 78–86. DOI: 10.17673/Vestnik.2020.02.11.

For citation: Isakov A.S. Architecture of the Perm Factory-Kitchen of the Industrial Township "Sotsgorodok" in Motovilikhа in the Aspect of Evolution of Utopic Ideology. *Gradostroitel'stvo i arkhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2020, Vol. 10, no. 2, Pp. 78–86. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2020.02.11.

О. О. СМОЛИНА**АРБОРАРХИТЕКТУРА: СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ****ARBORARCHITECTURE: MODERN TRENDS**

Арборархитектура – перспективное направление в архитектуре и строительстве, технология которого заключается в формировании объемно-пространственной композиции зданий и сооружений из растущих деревьев. Результатами данного исследования является предложенная классификация арборархитектуры по конструктивным особенностям их формирования. Выявлено, что при выращивании архитектурно-художественных форм зданий и сооружений возможно 1) использовать каркас, который впоследствии будет демонтирован, 2) использовать принцип компоновки несущего каркаса здания и элементов древесной (живой) структуры, 3) применять наиболее трудоемкий способ формирования данных типов объектов – выращивание древесного каркаса (живой структуры) здания.

Ключевые слова: арборархитектура, природные технологии, биоподходы в архитектуре, садово-парковая архитектура

Arborarchitecture is a promising direction in architecture and construction, the technology of which is to form a three-dimensional composition of buildings and structures from growing trees. The results of this study are the proposed classification of arborarchitecture by design features of their formation. We found that the cultivation of artistic and architectural forms of buildings and structures, it is possible to use a frame, which will later be removed, or to use the principle layout of the building structural framing in conjunction with bionic; or to use the most time-consuming way to generate data object types – growing «wood» frame of the building.

Keywords: arborarchitecture, natural technology, biomedcode in architecture, landscape architecture

Сегодня проектирование экоустойчивых зданий и сооружений является одной из приоритетных задач в строительстве. Разработка биоответственных зданий набирает положительные тенденции. И это не случайно, ведь на урбанизированных территориях катастрофически не хватает зелени. Постепенно приходит понимание, что необходимо быть ближе к природе. Но как установить связь между законами развития живой природы и архитектуры? На качественно новом уровне идет синтезирование близких к живым структурам материалов для строительства, а также использование природных форм в качестве элементов растущей архитектуры, по-другому арборархитектуры. «Арборархитектура – это искусство создания среды обитания человека на качественно новом уровне – формирование («выращивание») формообразующих несущих конструкций зданий и сооружений из растущих деревьев. В основе искусства арборархитектуры заложены принципы динамичной архитектуры в строительстве зданий и сооружений» [1]. Природа выступает в качестве живой архитектурной конструкции, автоматически запрограммированной на биотический круговорот [2]. Арборархитектура выступает

не подобием «живому» организму, а самим «живым» организмом. С точки зрения этой парадигмы следует рассматривать арборархитектурные объекты как бионические.

В рамках научно-исследовательской работы «Арборархитектура – от принципов к стратегии развития» выявлена классификация арборархитектуры по конструктивным особенностям их формирования: 1) использование каркаса при формировании бионических объектов; 2) использование несущего каркаса здания и элементов древесной (живой) структуры; 3) несущий каркас здания представлен древесной (живой) структурой. Рассмотрим технологии выращивания объектов арборархитектуры более подробно.

Использование каркаса при формировании бионических объектов

Данная технология формирования объектов арборархитектуры отражена в проекте Фердинанда Людвиг (Ferdinand Ludwig) «"Зеленый" концертный павильон в Штутгарте (Германия)», «выращенный» из ивы, в 2006 г.

Фердинанд Людвиг (Ferdinand Ludwig) совместно с Оливером Сторц (Oliver Storz) и Ханнес Швертфегер (Hannes Schwertfeger) из Института основ современной архитектуры

и дизайна (Штутгарт) являются основателями «Общества развития строительной ботаники» («Entwicklungsgesellschaft für Baubotanik») и патентообладателями системы «Baubotanik». На сегодняшний день процесс «выращивания» общественного здания продолжается и может быть описан следующими этапами [3]. Во-первых, сооружают временную поддерживающую несущую конструкцию (каркас), к которой закрепляют при помощи резиновых лент, металлической проволоки (диаметром 3,5–4,5 мм) с полимерным покрытием и /или проволоки с бумажным покрытием ветви деревьев. Несущий каркас павильона создавали в виде диагональной решетки, наклоняя деревья в нужную сторону и скрепляя их. Во-вторых, по мере роста, деревья воспринимают на себя основную нагрузку от вспомогательной конструкции (каркаса), становясь прочными и устойчивыми к внешним воздействиям. На данном этапе для «выращивания» арборархитектуры используют следующие технические приемы: прививка, обрезка, вырезка и др., необходимые для формирования основной объемно-пространственной формы здания. В-третьих, поддерживающую конструкцию (каркас) демонтируют. Срок реализации проекта зависит от вида древесного растения, от типологии объекта, от метода формирования, от комбинаторики техниче-

ских приемов, фиксированных в «карте роста» [3], и др. (рис. 1).

В проекте Джулиано Маури (Giuliano Mauri) под руководством Роберта Маури (Robert Maurie) «Живой собор» («Cattedrale Vegetale»), выращенный в коммуне Ольтре-иль-Колле в итальянской провинции Бергамо (Италия) (начало проекта – 2001 г.). Каркас базилики с пятью проходами формируют 42 колонны, выполненные путем переплетения 600 веток каштана и 1800 еловых стволов, изогнутых на вершине для образования арки (технические приемы: изгиб, прививка). Внутри каждой опоры были посажены молодые саженцы каштана и лесного ореха, которые со временем должны соединиться между собой и образовать естественную конструкцию сводчатого потолка готического собора. По задумке архитектора, спустя несколько лет каркас демонтируется, а разросшиеся деревья образуют своды и колонны храма (рис. 2). Площадь храма, расположенного у подножия горы Арера, составляет 650 м² [4]. Выявлено, что в данном проекте каркас (временная поддерживающая несущая конструкция) для деревьев выполнен из пластика, а в проекте Джулиано Маури (Giuliano Mauri) «Итальянский собор из живых деревьев», находящийся в предместьях г. Новаледо, Италия, – из древесины.

Основной принцип данного формирования основан на использовании вспомогательной конструкции, чаще всего каркаса из различных материалов, в качестве формообразующей для элементов озеленения. После придания деревьям определенной формы согласно проекту, каркас демонтируют.

Использование несущего каркаса здания и элементов древесной (живой) структуры

В статье определены следующие проекты арборархитектуры, формирование которых по конструктивным особенностям осуществляется по принципу: «Использование несущего каркаса здания и элементов древесной (живой) структуры»: Проект по реконструкции здания горсовета в г. Винница (Украина), выполненный Александром Асадовым в 2011 г. Согласно конструктивным особенностям здания, планируется возвести металлический каркас, вокруг которого сформировать «зеленый» фасад при помощи размещения на каждом этаже здания в специальных контейнерах (емкостях) сотни различных растений (конкретные виды деревьев не указаны в проекте), приспособленных к гуманной коррекции роста, которые по мере роста будут сращиваться с другими растениями (технический прием: «прививка»), расположенными на этажах выше, тем самым создавая устойчивую экосистему, интегрированную в общую структуру здания.



Рис. 1. «Зеленый» концертный павильон из ивы, г. Штутгарт (Германия), автор: Ф. Людвиг (F. Ludwig)

Технология данного вида бионического формирования основана на посадке элементов озеленения поэтажно в специальные емкости, сращивание стволов древесных растений происходит последовательно снизу–вверх. Впоследствии емкости на вторых и последующих этажах демонтируют, корни посаженных в них растений срезают. Все деревья после прививки

становятся единой системой, получающей воду и необходимые минеральные удобрения из корневой системы растений, высаженных непосредственно в грунт вокруг здания.

Проект «Куб из «живых» платанов» (реализуется в г. Нагольд, Германия, 2012 г.) объемом 1000 м³, авторы: Фердинанд Людвиг (Ferdinand Ludwig) и его исследовательская группа ландшафтных архитекторов «Baubotanik». Цель проекта заключается в создании архитектурно-бионического сооружения из платанов (около 100 шт.). Молодые платаны высадили в шести разных локациях и привили между собой в форме диагональной решетки. В дальнейшем их переплетенные зеленые ветви образуют стены помещения, а рукотворно сформированная крона деревьев – кровлю (рис. 3) [6, с. 34].

Церковь из растущих деревьев в г. Охаупо, Новая Зеландия, автор: Брайан Кокс (Brian Cox). «Выращивание» церкви продолжалось 4 года – с 2011 по 2015 гг., стены и потолок в церкви сформированы из следующих видов деревьев: ольха, мирт, клен. Пол земляной. Вместимость сооружения около 100 человек. Подбор де-



Рис. 2. Возведение собора из живых деревьев (граба, каштана), г. Новаледо (Италия), автор: Д. Маури (Giuliano Mauri)

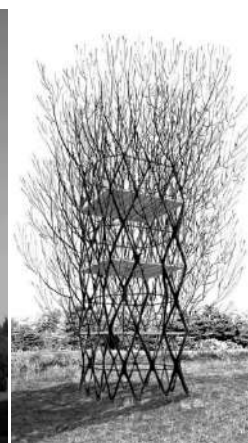


Рис. 3. Куб из «живых» платанов в г. Нагольд (Германия), автор: Ф. Людвиг и его исследовательская группа ландшафтных архитекторов «Baubotanik»



Рис. 4. Проект «Живой дом» в г. Кассель, Германия, «выращенный» из ясеня, автор: К.Кирш (K. Kirsch)

реьев осуществлялся с учетом экологического паспорта растений [7].

Несущий каркас здания представлен древесной (живой) структурой. Рассмотрим проект «Живой дом» Константина Кирша (Konstantin Kirsch), г. Кассель, Германия (рис. 4). Живой дом, площадь которого составляет около 100 м², «выращивается» из 1350 ясеней с 1993 г. на протяжении 26 лет, отдельные ветви стен дома формируют в виде сетки, в местах соприкосновения они срастаются, с течением времени расстояние между ветвями сокращается и образуется сплошная стена. Для эксплуатации живого дома в холодное время года предусмотрена буферная зона для сбережения тепла, которая также может использоваться в качестве хранилища для овощей. Заранее в жилом здании предусмотрена трассировка силовых и слаботочных кабелей в трубе, которую проложили до сращивания деревьев, чтобы не травмировать их. Ванная выполнена из лещины со съедобными плодами. Выдвигается предположение, что сооружение будет не только «живым», но и съедобным. Работа над формированием «живого» здания продолжается [8].

Концептуальный проект «Fab Tree Hab» («Дерево-дом») – малоэтажное жилое здание. Авторы: Митчелл Иохим (Mitchell Joachim), Лара Греден (Lara Greden), Хавьер Арбона (Javier Arbona) из Массачусетского технологического института, Кембридж (пригород Бостона), штат Массачусетс, США. Данный проект удостоен премии в области дизайна INDEX – 2005, что еще раз подтверждает актуальность эко-направления для строительства и архитектуры. Технологические особенности, по мнению авторов проекта, будут заключаться в следующем [9]. В первую очередь необходима высадка элементов озеленения (преимущественно вязы, виргинские дубы и кизильник, отличающиеся гибкостью) с определенным шагом согласно типологии сооружения. Затем формирование «живого» здания при помощи применения различных

технических приемов, позволяющих гуманно регулировать рост деревьев согласно проекту. В интерьере жилого здания предложена высадка виноградной лозы в качестве источника пищи для жителей здания. Проектировщики Fab Tree Hab призывают всех представить общество, в котором люди постепенно выращивают дома как сады, заботятся о них, вместо того чтобы возводить бездушные строения из «мёртвой» спиленной древесины.

В данной технологии древесные растения высаживаются в грунт с определенным шагом, согласно типологии сооружения, ветви элементов озеленения последовательно переплетаются в форме сетки, прививаются, образуя несущие элементы сооружения; кровля «выращивается» при помощи переплетения стволов деревьев в форме купола.

Выводы. Самым ранним объектом арборархитектуры можно считать растущее здание из ясеней Константина Кирша, формирование которого началось в 1993 г. и продолжается по сегодняшний день. В XXI в. воплощен проект «Живого собора» Джулиано Маури, 2001 г., а также несколько современных работ Фердинанда Людвига «Зеленый концертный павильон», 2006 г., «Куб из «живых платанов», 2012 г., и выращенная церковь из живых деревьев автора Брайана Кокса, 2011 г.

Предложена классификация арборархитектуры по конструктивным особенностям:

1. *Использование каркаса при формировании бионических объектов.* При формировании бионических объектов по данному способу необходимо учитывать принцип «наименьшего травмирования древесной структуры растений», так как при его использовании стволы деревьев подвергаются скреплению с основным каркасом и это может отрицательно сказываться на их состоянии. Кроме этого, данный способ выращивания зданий и сооружений требует впоследствии демонтажа каркаса, что является затруднительным, особенно при сложных объемно-пространственных формах объекта,

а также отмечается, что деревья, аккумулируемые в поддерживающий каркас, впоследствии, после его снятия, теряют устойчивость и им необходимо время для восстановления способности воспринимать внешние нагрузки (аэрационные, снеговые и т. д.).

2. *Использование несущего каркаса здания и элементов древесной (живой) структуры.* Этот способ является наиболее предпочтительным, так как позволяет, по сравнению с другими способами, добиться наименьшей продолжительности выращивания зданий и сооружений. Отмечается минимальный риск обрушения объектов капитального строительства, так как основной несущий каркас (часто металлический) и элементы древесной (живой) структуры, интегрированные в него, работая в совокупности, повышают прочностные характеристики зданий и сооружений.

3. *Несущий каркас здания представлен древесной (живой) структурой.* При данном способе отмечается самое продолжительное формирование жилища. Так, начало формирования первого «живого» здания относится еще к 1993 г. и продолжается до сегодняшнего дня на протяжении 26 лет.

В арборархитектурных проектах используют следующие виды деревьев: виргинские дубы, вяз, ива, каштан, кизильник, клен, лесной орех, мирт, ольха, платан, ясень. Как считают авторы проектов, данные виды деревьев обладают достаточной гибкостью для возможного формирования из них каркаса зданий и сооружений. Развитие арборархитектуры зафиксировано в Германии, Италии, Новой Зеландии, Украине, США. В Германии отмечается наибольший интерес к искусству арборархитектуры. В России объектов арборархитектуры не зафиксировано. Следует отметить, что арборархитектура – это прежде всего объекты общественного назначения, реже – жилого. И на современном этапе развития преимущественно сезонного использования пока затруднительно определить, как впоследствии, после эксплуатирования данные виды объектов, но можно предположить, что возникнет ряд задач, связанных с временной потерей эстетичности арборархитектурных объектов по мере их формирования.

«Единственно привычная (в эволюционном смысле) среда человека, обеспечивающая ему оптимальное психофизическое состояние, – это природа, которая не может быть заменена даже самой лучшей имитацией» [10].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Смолина О.О. Создание методологии моделирования объектов арборскульптуры // Приволжский научный журнал. 2015. № 4(36). С. 117–122.
2. Денисенко Е.В. Тенденции развития архитектуры на современном этапе // Дизайн-Ревю. 2014. № 1–2. С. 93–102.
3. Немецкие архитекторы выращивают дома. Режим доступа: http://www.avk-project.com/article/3/nemetskie_arhitektory_vyraschivayut_doma/ (дата обращения: 20.10.2019).
4. Лэнд-арт: величественный собор из живых деревьев Джулиано Маури (Diuliano Mauri) в Италии. Режим доступа: <https://www.liveinternet.ru/community/4707634/post384690477/> (дата обращения: 20.10.2019).
5. Мэрия Винницы станет образцом энергоэффективной архитектуры. Режим доступа: <https://www.myvin.com.ua/ua/news/events/11949.html#gallery-1> (дата обращения: 20.10.2019).
6. Куликова Е.С., Еропов Л.А. Конструкционная технология baubotanic (бауботаник) // Дни науки студентов ИАСЭ – 2016, 2017: материалы междунар. науч.-практ. конференции ИАСЭ. Владимир, 2017. С.33–35.
7. Вместо стен – живые деревья: мужчина соорудил на заднем дворе необычную церковь. Режим доступа: <https://gottstat.com/news/vmesto-sten-zhivye-derevya-muzhchina-soorudil-na-zadnem-6856767.html> (дата обращения: 21.10.2019).
8. Tree Dome by Konstantin Kirsch. [Electronic resource]: <http://treeshapers.net/tree-dome-by-konstantin-kirsch> Accessed: October 21, 2019.
9. Block H.F. Wir pflanzen eine Laube: bauen mit lebenden Geholzen. Staufeu bei Freiburg: Auflage, 2008. 101 p.
10. Школьникова К.К., Васильева Н.А. Традиции и новаторство в современном проектировании индивидуальных жилых домов. Проект инновационного «зеленого» дома // Новые идеи нового века: материалы международной научной конференции ФАД ТОГУ. Хабаровск, 2016. Т. 2. С. 363–369.

REFERENCES

1. Smolina O. O. The methodology of modeling the objects of arborsculpture. *Privolzhskii nauchnyi zhurnal* [The Privolzhsky scientific journal], 2015, no. 4(36), pp. 117–122. (in Russian)
2. Denisenko E. V. Trends of development of architecture on the modern stage. *Zhurnal Dizajn-Revyu* [Journal of Design review], 2014, no. 1-2, pp. 93–102. (in Russian)
3. German architects are grown at home. Available at: http://www.avkproject.com/article/3/nemetskie_arhitektory_vyraschivayut_doma (accessed 20 October 2019)

4. Land art: majestic Cathedral of living trees Giuliano Mauri (Giuliano Mauri) in Italy. Available at: <https://www.liveinternet.ru/community/4707634/post384690477/> (accessed 20 October 2019)

5. Vinnitsa city hall will become a model of energy-efficient architecture. Available at: <https://www.myvin.com.ua/ua/news/events/11949.html#gallery-1> (accessed 20 October 2019)

6. Kulikova E. S., Arapov L. A. Structural technology baubotanik (Baumatic). *Dni nauki studentov – 2016, 2017: Materialy mezhdunar. nauch. - prakt. konferencii* [The Days of science students of Institute of architecture, construction and energy – 2016, 2017: proceedings of the international. scientific. - prakt. conference of Institute of architecture, construction and energy]. Vladimir, 2017, pp. 33-35. (in Russian)

7. Instead of walls-living trees: a man built an unusual Church in the backyard. Available at: <https://gottstat.com/news/vmesto-sten-zhivye-derevy-muzhchina-soorudil-na-zadnem-6856767.html> (accessed 21 October 2019).

8. Tree Dome by Konstantin Kirsch. Available at: <http://treesapers.net/tree-dome-by-konstantin-kirsch> (accessed 21 October, 2019).

9. Block H.F. Wir pflanzen eine Laube: bauen mit lebenden Geholzen. Staufien bei Freiburg: Auflage, 2008. 101 p.

10. Shkolnikova K. K., Vasilyeva N. Ah. Tradition and innovation in the modern design of individual houses. The project innovative green homes. *Novye idei novogo veka: materialy mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii, Tikhookeanskii gosudarstvennyi universitet* [New ideas for the New century: proceedings of the international conference FAD PNU]. Khabarovsk, 2016, Vol. 2, pp. 363-369. (in Russian)

Об авторе:

СМОЛИНА Олеся Олеговна

кандидат архитектуры, доцент кафедры градостроительства и городского хозяйства Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет
630008, Россия, г. Новосибирск, ул. Ленинградская, 113
E-mail: ZelenoeSt-vo@mail.ru

SMOLINA Olesya O.

PhD in Architecture
Associate Professor of the Urban Planning and Urban Management Chair
Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering
630008, Russia, Novosibirsk, Leningradskaya str., 113
E-mail: ZelenoeSt-vo@mail.ru

Для цитирования: Смолина О.О. Арборархитектура: современные тенденции развития // Градостроительство и архитектура. 2020. Т. 10, № 2. С. 87–92. DOI: 10.17673/Vestnik.2020.02.12.

For citation: Smolina O.O. Arborarchitecture: Modern Trends. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2020, Vol. 10, no. 2, Pp. 87–92. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2020.02.12.

Е. А. СЫСОЕВА
К. Н. ДАХНЮК

ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ОБЩЕСТВЕННЫХ ПРОСТРАНСТВ ДЛЯ ИСТОРИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ГОРОДОВ

PRINCIPLES OF FORMATION OF PUBLIC SPACES FOR THE HISTORICAL PART OF CITIES

Статья посвящена выявлению принципов формирования общественно-комфортной городской среды в исторической части городов. Освещаются различные аспекты, оказывающие влияние на моделирование общественной среды, – от градостроительного до социального. Собранный материал, на примере исследованных городов с общественными пространствами в исторической застройке, позволит выявить факторы влияния на трансформацию пространств; разработать методологическую базу для проектирования в структуре исторической застройки, определить место функции в подобном проектировании. Данный методологический материал станет основой для проектирования общественных пространств в исторической части города Самары.

Ключевые слова: общественные пространства города, принципы формирования пространств, исторический контекст, методы реконструкции, приспособление территории

The article is devoted to identifying the principles of the formation of a socially-comfortable urban environment in the historical part of cities. It covers various aspects that influence the modeling of the public environment, from urban to social. The collected material, using the studied cities with public spaces in historical buildings as an example, will reveal the factors influencing the transformation of spaces; develop a methodological base for design in the structure of historical buildings, determine the place of function in such design. This methodological material will become the basis for the design of public spaces in the historical part of the city of Samara.

Keywords: public spaces of the city, the principles of the formation of spaces, the historical context, reconstruction methods, adaptation of the territory

Цель данной статьи заключается в выявлении основных принципов формирования общественных пространств. Двигаясь к цели, необходимо разрешить ряд задач: выявить особенности развития городской исторической среды; провести исследование современных российских и зарубежных аналогов формирования общественных пространств в исторических центрах городов как на уровне исторической части города в целом, так и отдельных объектов, а также определить методы интеграции их в исторический контекст.

Общественные пространства, предназначенные для реализации различных коллективных мероприятий, с давних времен известны человеку. Историческое развитие городов с их общественными центрами, учитывая различные социально-экономические аспекты, фиксирует этапы, принципы и схемы взаимодействия между формами и видами эксплуатации общественных пространств. Полифункциональная структура современных общественных пространств является неизбежной формой их существования в современных экономических, политических

и градостроительных условиях и максимально соответствующей непрерывно возрастающему уровню социальных запросов [1].

На сегодняшний день во многих городах мира является распространенной проблема недооценки общественных пространств как ресурса городского развития. Отсюда отсутствие комфортной общественной городской среды, соответствующей современным требованиям; ценными считаются объекты, изолированные от контекста, в целом среда не удовлетворяет актуальным потребностям горожан. Зачастую исторические городские кварталы не связаны, затруднена пешеходная связь между улицами, насыщенными транспортом [2].

Типология общественных пространств

В глобальном смысле общественные пространства принято делить на два типа: открытые (улицы, бульвары, площади, скверы, парки, набережные, городские крыши и т. д.) и закрытые (культурно-просветительные здания, креативные пространства, деловые центры, многофункциональные центры, ковор-

кинги, университетские кампусы, гостиничные комплексы, рестораны). На протяжении нескольких столетий облик и функциональное значение общественных пространств значительно изменялись и неустанно эволюционировали. Происходил постепенный переход (с сохранением предыдущего) от общих типов пространств к функционально-конкретизированным или с добавлением смежных функций и увеличением масштаба. Например: парк становится парком развлечений; набережная – набережная с торговой функцией; морской порт и прилегающая площадь – крупномасштабный транспортный узел. Что касается закрытых пространств: мастерская – творческий кластер; кинотеатр – 3D (5D) кинотеатр в составе многофункционального комплекса. Существует множество примеров объединения нескольких пешеходных улиц и переулков в одну пешеходную сеть, связи их с парком или группой скверов, насыщения новыми функциями. Например, зеленая зона Kic Park архитектурного бюро 3GATTI в Шанхае представляет собой проект по благоустройству пустующей территории, заключенной между двумя крупными улицами и перпендикулярными им переулками. Располагается в студенческом районе. Проект разрабатывался с учетом взаимодействия: в данном случае между заинтересованными людьми и их действиями и влиянием природных элементов, таких как погода и звуки. Проект реализован в 2009 г., организован как объединяющее пространство, где люди могут общаться вместе, отдыхать или даже кататься на скейтборде. Визуальный образ, использованный архитектором для иллюстрации его идеи, – лист бумаги, разрезанный и сложенный как веер. Архитектор покрыл всю поверхность парка деревом, оставив участки с газоном и насаждениями.

Деградация исторических территорий на примере г. Самары

Описанный выше проект однозначно является положительным примером. В России, особенно в регионах, остро чувствуется нехватка подобных примеров организации общественных пространств.

Пространственные пустоты, частично включающие в себя улицы, лишенные социальной активности, неэксплуатируемые постройки, незапланированные интервалы в застройке ввиду утрат отдельных зданий и целых комплексов, являются потенциальными территориями для формирования общественных пространств. В центральной части Самары, например, сохраняются территории, не вовлечённые в жизнь города. Внутриквартальные дворовые территории исторически носят обособленный замкнутый характер, парцелляция дворовладений. На территориях бывших дворовладений помимо ценной исторической застройки расположены хозяйственные постройки поздних периодов, ветхая и малоценная застройка (рис. 1), отсутствуют открытые в город дворы со сквозными пешеходными проходами и общественными пространствами. Несмотря на высокий потенциал, плотность общественных пространств в исторической застройке является недостаточной, они не связываются в единый сценарий и функционально не отвечают потребностям горожан. В этой связи необходимо разграничение функций, так как масштабные объекты физически не могут быть размещены, а также разработка принципов формирования и включения в историческую городскую среду общественных пространств.

Влияние социального аспекта

Общественные пространства – это свободные от транспорта территории общего поль-



Рис.1. Заполнение дворовых пространств исторической части города Самары:
а – гаражи; б – свалки; в – ветхая застройка

зования, где ключевым словом является слово «общего», т. е. территории, предназначенные для горожан, вне зависимости от возрастных, национальных, расовых и других характеристик населения [3]; также это пространство коммуникации и социальной активности, организованное в соответствии с главенствующей функцией [4].

Общественные пространства являются частью городской среды, целенаправленно создаваемой в интересах местного населения и гостей города, для свободного самовыражения, общения, активности, отдыха и проявления своих талантов во благо общества.

Тенденции в проектировании общественных пространств

Основные мировые тенденции таковы:

Качество – поскольку в последнее время численность городского населения преобладает над сельским, растет конкуренция и, соответственно, значительно повышаются требования к современным общественным пространствам как важному показателю уровня человеческой жизни. Внимание уделяется не только количеству, но и качеству проектируемых пространств [5]. Наличие озеленения, скверов по пути движения, открытых кафе, арт объектов, инсталляций и т. д.

Комфорт – среда, физиологически комфортная для использования в часы пиковых нагрузок, например, в жаркий полдень или при сильном ветре. Также среда должна являться сомасштабной человеку, что создает ощущение комфорта на психологическом уровне. При необходимости пространство должно обеспечивать отдых от повседневных забот и улучшать самочувствие и эмоциональное состояние пользователей.

Безопасность – пространство должно внушать чувство безопасности и защищенности потенциальным посетителям в физически-конструктивном и преступном плане. Преобладание необходимости ясного обзора над эстетическими задачами: к примеру, ограда для парковки, сделанная из проволоочной сетки, дает возможность обзора для пешеходов, в отличие от сплошной живой изгороди, более приятной глазу. В общественных пространствах ни одно из принятых проектных решений не должно угрожать безопасности в угоду концептуальным идеалам.

Легкодоступность – пространство доступно и предназначено для использования, в том числе доступно для детей и лиц с ограниченными возможностями, например, наличие на территории объекта пандусов, разворотных площадок, подъёмников.

Экономичность обслуживания – простота и экономичность обслуживания в типичных ожидаемых пределах для конкретного типа мест, например, бетонный парк, прост в уходе, но в нем нет того, что ждут от парка. Поскольку в последнее время колоссальное количество внимания уделяется различным технологиям энергосбережения, они постепенно стали общедоступными и необходимыми к применению при проектировании объектов.

Вовлечение – включение в состав объекта элементов, доступных для воздействия и изменения силами пользователей, к примеру, песочница в детском саду, интерактивные скульптуры и фонтаны на городских плазах, приподнятые клумбы в домах для пожилых людей [6].

Баланс – равнозначное внимание месту как выражению визуального искусства и месту как социальному пространству. Слишком большое внимание к одному из аспектов в ущерб другому может привести к созданию несбалансированного или неполноценного пространства. На все времена – единая формула Витрувия: польза, прочность, красота.

Историческая среда и методы работы с исторической застройкой

Для поддержания исторически сложившегося городского облика в Италии ещё в 1930-х гг. была узаконена «Хартия реставрации», которая определила понимание «нерасторжимой связи каждого древнего сооружения с его окружением и значение самой городской среды как самостоятельного и полноценного памятника» [7].

Внедренные в исторический контекст общественные пространства имеют высокий потенциал для развития в современном мире. В ряде зарубежных стран, в условиях плотной исторической застройки городов, включающей объекты культурного наследия, наиболее полно научились раскрывать этот потенциал (рис. 1–3). Существуют различные методы работы с исторической застройкой: консервация, реставрация, реновация, реконструкция, модернизация, воссоздание.

Задача перечисленных методов заключается в том, чтобы максимально сохранить исторически ценную застройку и одновременно вдохнуть в нее новую жизнь. При включении современных объектов и элементов закрытого типа в историческую застройку важно, чтобы современная архитектурная форма стала частью сложившейся структуры вне зависимости от того, новая ли это архитектурная форма или удачная стилизация, иными словами – чрезвычайно важен «дух места». Адаптивность становится одной из главнейших свойств прогресс-

сивной архитектуры. Существует несколько приемов интеграции закрытых пространств в исторический контекст:

Симбиоз «старого и нового». Концепция симбиоза представляет собой композицию современного здания за счет общих композиционных приемов, материалов и форм, дополняющих и создающих единый архитектурный ансамбль с исторической застройкой, а также заключается в разумном использовании исторических данных, восстановлении нарушенных частей здания и территорий.

«Вписывание». Данная концепция достигается дополнением исторической застройки по ритму и массам и за счет простоты формы и цвета новой постройки, которая «растворяется» в пространстве, – принцип гармоничного слияния в единую композицию.

«Контраст» соединения нового здания с исторической застройкой. Принцип взаимодействия старого и нового, которому присущи резко различающиеся по внешним характеристикам архитектурные формы. Новое здание противопоставляется исторической застройке путем использования современных материалов и выбора архитектурной формы, контрастной по отношению к окружающим зданиям [8].

Что касается открытых пространств, иногда включение в исторически сложившуюся плотную, насыщенную застройкой среду становится практически лекарственным средством добавления «воздуха», т. е. пространственной легкости, психологически необходимой человеку. В градостроительном плане такие «островки» несут мощную композиционную роль, порой являясь своеобразной доминантой в виде пло-

щади, сквера, открытой сцены. Открытое пространство, соразмерное человеку как основной единице измерения, – преобразование, позволяющее человеку не чувствовать себя песчинкой, затерявшейся на асфальтированном поле, но живым человеком, окруженным доступными ему объектами культурного наследия, инфраструктуры, деталями урбанистического ландшафта. Климатическая адаптация открытых пространств для комфортного пребывания человека организовывается посредством грамотного подбора материалов покрытий, наличием пергол, озеленения. Также важно обеспечение комфортного передвижения, не только рекреационного, но и транзитного, т. е. доступность в общегородской транспортной сети.

Общественное пространство может вмещать в себе признаки открытых и закрытых пространств, в таких случаях пространства называются комбинированными или «полуоткрытыми/полузакрытыми». К комбинированным городским пространствам относятся дворы-колодцы, парки аттракционов, игровые площадки, летние кинотеатры. В таких пространствах может происходить следующее событие или поведенческая деятельность: неформальные контакты, детская игра, просмотр кино, спектакля, времяпрепровождение, встречи, транзитное передвижение, ожидание.

В комбинированном городском пространстве возможен широкий спектр действий. Многофункциональность подобных пространств позволяет быстро переключаться с одного вида деятельности на другой и при условии развитой инфраструктуры позволяет экономить силы и время посетителя. Диапазон пространственных

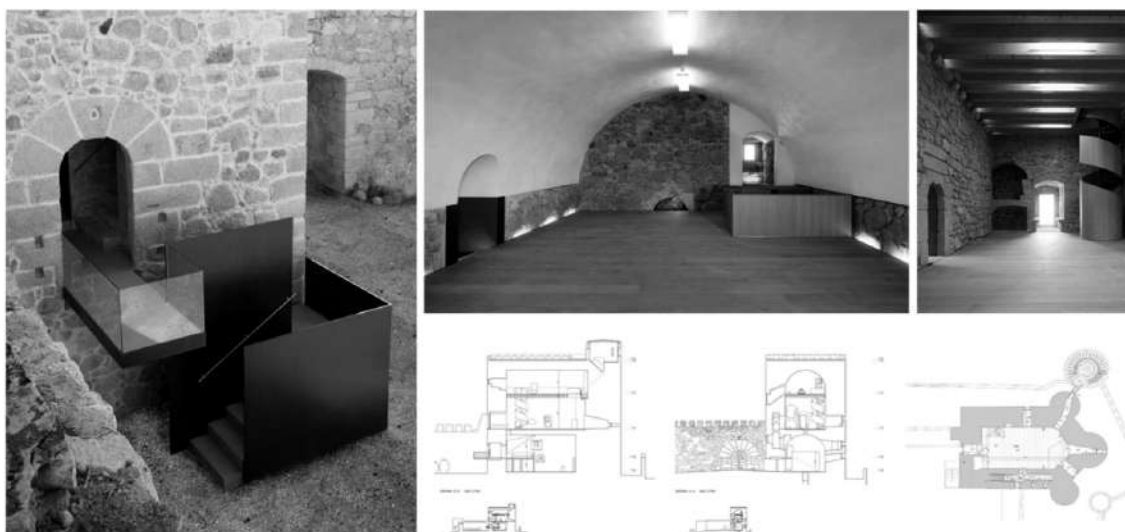


Рис. 2. Проект по модернизации старинного мадридского замка в многоцелевое пространство для проведения выставок, лекций, камерных концертов. Coracera Castle Rehabilitation / Ríaño+ arquitectos, Мадрид, Испания, 2010 г.



Рис. 3. Пример полной реконструкции офисного здания 1892 г. Проектом была дополнена первоначальная история историей современного городского дизайна. Проект Øvre Vollgate 9, Pushak architects, Осло, Норвегия, 2018 г.



Рис. 4. Пример внедрения «полуоткрытого» общественного пространства в панораму исторического городского района. Проект Maitland Riverlink, CHROFI + McGregor Coxalls, Мейтленд, Австралия, 2018 г.

рамок от общественных до частных открывает путь всему спектру эмоциональных переживаний и ощущений, что обеспечивает возможности реализации задуманных действий. Это наиболее приспособленный вид пространств для размещения в исторической среде, обладающий максимальной гибкостью внедрения.

Принципы формирования общественных пространств

Существует несколько основных принципов формирования общественных пространств.

Структуризация – принцип формирования общественных пространств с высоким уровнем функциональной активности населения, таких

как пространства социальной, историко-культурной, рекреационно-ландшафтной, транспортной и производственной инфраструктуры. Предполагает разработку каркаса общественных пространств на уровне генерального плана.

Взаимодействие с контекстом – принцип синтеза общественных пространств с элементами окружающей природной или архитектурной среды. Ведется определение и проектирование зон совместных интересов. Влияние среды на будущую архитектурную форму, а не наоборот.

Оптимизация – наряду с выполнением нормативных требований системы градостроительных показателей, реализация различных программ развития общественных пространств с учетом индивидуальных городских особенностей планировки и облика.

Иерархичность – разделение общественных пространств в центральных частях городов на главные и второстепенные в целях повышения уровня информативности градостроительных документаций и пространственной ориентации.

Преимственность – следование в композиционной организации общественных пространств местным градостроительным традициям, с сохранением и использованием исторического, культурного наследия. Развитие общественных пространств историко-культурной инфраструктуры как условие инновационного развития экономики городов.

Гармонизация – ансамблевый принцип композиционной организации и формирования архитектурно-художественного образа общественных пространств. Системная связь архитектуры и ландшафта. Разработка концептуально-художественного замысла и стилистических решений общественных пространств как условие улучшения эстетических качеств города в целом и повышение инвестиционной привлекательности. Применение данного принципа позволяет обеспечить сопровождение генеральных планов визуализациями, объемно-пространственными и архитектурно-художественными моделями [9].

Выводы. Данный исследовательский материал позволяет установить принципы формирования общественных пространств, разработанные на основе анализа исторической застройки и опыта проектирования общественных пространств, а также современных тенденций и методов работы с исторической застройкой. Проектное применение вышеперечисленных принципов и методов позволит добиться дружественной атмосферы для

горожан в городской среде; активизировать стрит-ритейл; исключить монотонность прогулки по историческому центру; восстановить экологический баланс посредством формирования «зеленых» зон; внедрить в общественную среду новые функции и новые типы пространств, как открытых, так и закрытых; а также поможет в создании рациональной функциональной схемы с учетом всех обозначенных аспектов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Потанов А. Е. Историческая периодизация развития общественных пространств многоцелевого использования [Электронный ресурс] // Вестник Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры. Днепропетровск, 2014. URL: http://ino.tsuab.ru/upload/files/additional/1_2014_04_Potapov_file_2294_3153_6325.pdf (дата обращения: 15.01.2020).
2. Сулялина П. И. Методы формирования общественных пространств: анализ зарубежных проектов [Электронный ресурс] // Молодой ученый. 2018. С. 84–88. URL: <https://moluch.ru/archive/203/49826/> (дата обращения: 15.01.2020).
3. Ан А. А. Роль общественного пространства в муниципальных образованиях [Электронный ресурс] // научная электронная библиотека Cyber Leninka. 2012. URL: https://www.hse.ru/data/2012/10/29/1246527537/Ан_20174-184.pdf (дата обращения: 15.01.2020).
4. Гельфонд А. Л. Архитектурное проектирование общественных пространств. Нижний Новгород: ННГАСУ, 2013. 268 с.
5. Гельфонд А. Л. Общественное здание и общественное пространство. Дуализм отношений. Нижний Новгород: ННГАСУ, 2013. С. 18–31.
6. Архи-текст: «принципы проектирования общественных пространств» [Электронный ресурс] // научная электронная библиотека Архитекторы.рф, 2019. URL: <https://xn--80akijuiemcz7e.xn--p1ai/blog/arhi-tekst-printsipy-proektirovaniya-obschestvennyh-prostranstv> (дата обращения: 28.01.2020).
7. Подъяпольский С. С., Бессонов Г. Б., Беляев А. А., Постникова Т. М. Реставрация памятников архитектуры. М.: Стройиздат, 1988. 264 с.
8. Биленко Е. М. Проблема формирования новейшей архитектуры в контексте исторической застройки [Электронный ресурс] // Студенческий научный форум – 2016. URL: scienceforum.ru/2016/article/2016024730 (дата обращения: 28.01.2020).
9. Колясников В. А., Мацкова М. В. Принципы проектирования общественных пространств в генеральных планах городов России [Электронный ресурс] // УралНИИпроектРААСН. 2014. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/printsipy-proektirovaniya-obschestvennyh-prostranstv-v-generalnyh-planah-gorodov-rossii> (дата обращения: 28.01.2020).

REFERENCES

1. Potapov A. E. Historical periodization of the development of public spaces for multi-purpose use. *Vestnik Pridneprovskoy gosudarstvennoy akademii stroitel'stva i arhitektury* [Bulletin of the Dnieper State Academy of Civil Engineering and Architecture], 2014. Available at: http://ino.tsuab.ru/upload/files/additional/1_2014_04_Potapov_file_2294_3153_6325.pdf (accessed 15 January 2020).
2. Sulyalina P. I. Methods of forming public spaces: analysis of foreign projects. *Molodoj uchenyj* [Journal «Young scientist»], 2018, pp. 84-88. Available at: <https://moluch.ru/archive/203/49826/> (accessed 15 January 2020).
3. An A. L. Rol' obshchestvennogo prostranstva v munitsipal'nykh obrazovaniyakh [The role of public space in municipalities]. «Cyber Leninka» Scientific Library, 2012. Available at: https://www.hse.ru/data/2012/10/29/1246527537/Ан_20174-184.pdf (accessed 15 January 2020).
4. Gel'fond A. L. *Arkhitekturnoe proektirovanie obshchestvennykh prostranstv* [Architectural design of public spaces]. Nizhniy Novgorod, NNSUACE, 2013. 268 p.
5. Gel'fond A. L. *Obshchestvennoe zdanie i obshchestvennoe prostranstvo. Dualizmotnosheniy* [Public building and public space. The dualism of relationships]. Nizhniy Novgorod, NNSUACE, 2013, pp. 18-31.
6. *Arkhitektst: printsipy proektirovaniya obshchestvennykh prostranstv* [Archive text: "principles of designing public spaces"]. Scientific Library «Arkhitektory. rf», 2019. Available at: <https://xn--80akijuiemcz7e.xn--p1ai/blog/arhi-tekst-printsipy-proektirovaniya-obshchestvennykh-prostranstv> (accessed 28 January 2020).
7. Pod'yapolsky S. S., Bessonov G. B., Belyaev L. A., Postnikova T. M. *Restavratsiya pamyatnikov arkhitektury* [Restavration of monuments of architecture]. Moscow, Stroyizdat, 1988. 264 p.
8. Bilenko E. M. The problem of shaping the latest architecture in the context of historical development. *Studencheskij nauchnyj forum – 2016* [Student Science Forum], 2016. Available at: scienceforum.ru/2016/article/2016024730 (accessed 28 January 2020).
9. Kolyasnikov V. A., Matskova M. V. The principles of designing public spaces in the master plans of Russian cities. *UralNIiproektRAASN* [Ural Research Institute project RAACE], 2014. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/v/printsipy-proektirovaniya-obshchestvennykh-prostranstv-v-generalnykh-planah-gorodov-rossii> (accessed 28 January 2020).

Об авторах:

СЫСОЕВА Елена Александровна

кандидат архитектуры, доцент кафедры архитектуры Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: sea121981@mail.ru

ДАХНЮК Ксения Николаевна

магистрант кафедры архитектуры Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: dakhnyuk.ksenia@mail.ru

SYSOEVA Elena A.

PhD in Architecture, Associate Professor of the Architecture Chair Samara State Technical University Academy of Civil Engineering and Architecture 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya St, 244 E-mail: sea121981@mail.ru

DAKHNYUK Ksenia N.

Master's Degree Student Samara State Technical University Academy of Architecture and Civil Engineering 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str, 244 tel.: (905) 300 46 41 E-mail: dakhnyuk.ksenia@mail.ru

Для цитирования: Сысоева Е.А., Дахнюк К.Н. Принципы формирования общественных пространств для исторической части городов // Градостроительство и архитектура. 2020. Т. 10, № 2. С. 93–99. DOI: 10.17673/Vestnik.2020.02.13.

For citation: Sysoeva E.A., Dakhnyuk K.N. Principles of Formation of Public Spaces for the Historical Part of Cities. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2020, Vol. 10, no. 2, Pp. 93–99. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2020.02.13.

АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. ТВОРЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ АРХИТЕКТУРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ



УДК 711.73+728

DOI: 10.17673/Vestnik.2020.02.14

Е. М. ГЕНЕРАЛОВА
В. П. ГЕНЕРАЛОВ

ФОРМИРОВАНИЕ ТИПОЛОГИИ СТИЛОБАТОВ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ В СООТВЕТСТВИИ С ПРИНЦИПАМИ ТРАНЗИТНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

FORMATION OF STYLOBAT TYPOLOGY OF HIGH-RISE BUILDINGS
IN ACCORDANCE WITH PRINCIPLES OF TRANSIT-ORIENTED DESIGN

В исследовании раскрываются аспекты, определяющие типологическое разнообразие стилобатов высотных зданий: функциональная структура; подключение к пешеходным и транспортным потокам; озеленение; вариантность сценариев социального взаимодействия; адаптивность; степень доступности различных элементов общественного обслуживания; безопасность; влияние природно-климатических условий на планировочную структуру; новаторские архитектурные, конструктивные и технологические решения. Предложена научно обоснованная типология стилобатов высотных зданий. Рассмотрены основные принципы транзитно-ориентированного проектирования городской среды. Сделан акцент на транзитно-ориентированном развитии стилобатной части высотных зданий и комплексов. Выявлены основные объемно-планировочные элементы, необходимые для организации пешеходного транзита.

Ключевые слова: высотное строительство, стилобаты высотных зданий, транзитно-ориентированное проектирование

The study reveals the following aspects that determine the typological diversity of stylobates in high-rise buildings: functional structure; connection to pedestrian and traffic flows; landscaping; variation of scenarios of social interaction; adaptability; the degree of accessibility of various public services; security; the impact of climatic conditions on the planning structure; innovative architectural, constructive and technological solutions. A scientifically based typology of stylobates of high-rise buildings is proposed. The basic principles of transit-oriented development of the urban environment are considered. The article focuses on the transit-oriented development of the stylobate part of high-rise buildings and complexes. The main space-planning elements necessary for organizing pedestrian traffic are identified.

Keywords: high-rise construction, stylobates of high-rise buildings, transit-oriented design

В связи с изменением условий жизни горожан появляются новые требования к городской среде. Целый ряд научных исследований показывает, что качественная среда в городе невозможна без развития разнообразной функциональной программы [1–4]. Таким образом, с каждым годом возрастает интерес к многофункциональным зданиям, в том числе и к многофункциональным высотным зданиям и комплексам. Все большее развитие получа-

ет концепция вертикального урбанизма – как новый взгляд на формы и функции городских пространств, основанный на многофункциональности и переосмыслении типологии высотных зданий и комплексов. Современное высотное здание воспринимается как продолжение города со всеми его функциями, ориентированное по вертикали. Для этого недостаточно просто включить в структуру небоскреба несколько функций. Очень важно, чтобы мно-

гофункциональное высотное здание не становилось неприступной крепостью, в котором жилье только для жильцов, офисы – для работников, а отель – для постояльцев. Остро стоит вопрос о методах, способах и приемах интеграции высотных зданий в городскую среду для ее гуманизации и повышения качественных характеристик [5–10]. Проведен системный анализ критериев, определяющих степень эффективности взаимодействия высотного здания со сложившейся городской застройкой. Важная роль в подключении высотного здания к пространству города отводится стилобатной части. Стилобат – это встроенно-пристроенная часть высотного здания или комплекса, находящаяся в его основании (включая подземную часть). Анализ показал, что подавляющее большинство небоскребов имеют стилобаты. Однако остается открытым вопрос – что делает стилобат эффективным связующим звеном вертикального объема с городской средой?

Основополагающим для данного исследования является системный подход при изучении структуры стилобатов высотных зданий и комплексов для выявления приемов и методов интеграции вертикальной застройки в городскую среду с целью повышения ее качественных по-

казателей. Анализ опирается на базу данных Совета по высотным зданиям и городской среде (CTBUH) – «The Skyscraper Center» [11]. Рассматриваются высотные здания и комплексы, построенные за последние 10 лет в период 2011–2020 гг. В анализируемую группу вошли 680 объектов. Это высотные здания выше 200 м (200+ м) и высотные комплексы, состоящие из двух или более зданий, при условии, что как минимум одно из них выше 200 м (200+ м). К высотным комплексам относится почти половина объектов анализируемой группы – 296 комплексов. По количеству башен все рассмотренные объекты были разделены на три группы: одиночные башни – 384 объекта (56,5 %), двухбашенные комплексы – 170 объектов (25 %) и многобашенные комплексы – 126 объектов (18,5 %).

В рамках исследования был изучен передовой зарубежный и отечественный опыт проектирования и строительства высотных зданий и комплексов, имеющих в своей структуре платформу-стилобат. Всесторонний анализ позволил выявить критерии, обуславливающие типологическое разнообразие стилобатов: 1 – этажность; 2 – функциональный состав; 3 – доступность; 4 – транзитность; 5 – подключение к транспортной инфраструктуре.

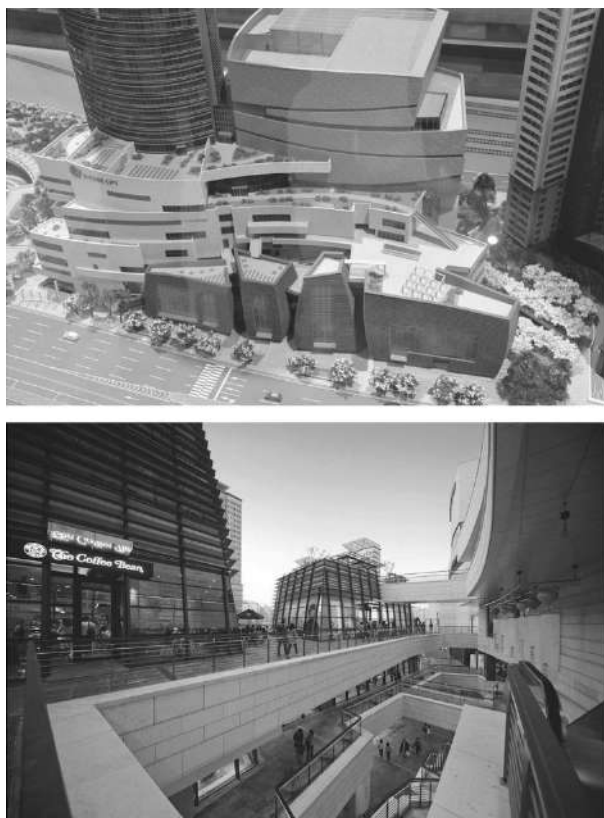


Рис. 1. Многофункциональный высотный комплекс «D-Cube City», Сеул, Южная Корея

Этажность. Следует отметить, что данный критерий в исследуемой группе объектов изменяется в чрезвычайно широком диапазоне. Поэтому по этажности стилобаты предлагается классифицировать на три укрупненные группы: малоэтажные (не более двух этажей); среднеэтажные (от 3 до 5 этажей); многоэтажные (6 и более этажей). Несмотря на то, что среднеэтажные стилобаты являются самым распространенным типом, многоэтажные стилобаты получают все более активное развитие. В качестве примера можно привести комплекс «D-Cube City» (Южная Корея, Сеул, 2011 г.), в котором стилобат имеет сложную объемно-пространственную структуру и переменную этажность от 6 до 14 этажей (рис. 1). В многофункциональном высотном комплексе «Hyatt Regency Bocagrande» (Колумбия, Картахена, 2017 г.) стилобат представляет собой 12-этажный объем. Жилые башни в комплексе «Arte S Residential Towers Complex» (Малайзия, Пенанг, 2018 г.) расположены на 6-этажном стилобате.

Функциональный состав. Более подробно остановимся на данном критерии, так как именно многофункциональность является характеристикой подавляющего большинства рассмотренных стилобатов. В их структуру в разном пропорциональном отношении включаются следующие функции, относящиеся как правило к сфере услуг: торговля; культура; развлечения и отдых; общественное питание; образование; здравоохранение (медицинское обслуживание); бытовое обслуживание; хранение автотранспорта; пассажирский транспорт и связь; рекреационные услуги; спортивный досуг и т. п. Говоря о наличии той или иной функции, предлагаем использовать термин «функциональный блок» – это группа помещений, обеспечивающих выполнение определенного процесса. Для оценки функционального состава стилобатов предлагается использовать три степени функциональной насыщенности: низкая, средняя, высокая.

Низкой степенью функциональной насыщенности характеризуются стилобаты, основной объем которых занят только одним функциональным блоком (75 % и более общего объема стилобата). Таким образом организованы стилобаты многих жилых небоскребов в Дубае. Примером может служить небоскреб «Saayan Tower», имеющий 6-этажный стилобат, на пяти этажах которого расположен паркинг. Шестой этаж – это «клубный этаж» для жильцов, включающий конференц-зал, тренажерный зал, оздоровительный клуб со спа-салонами и массажным кабинетом, а также бассейн на террасе.

Средняя степень функциональной насыщенности определяется наличием от двух до четырех функциональных блоков, сопоставимых по объему занятого пространства стилобата. В качестве примера можно рассмотреть многофункциональный комплекс в Дубае Марине «Marina Gate». В основании трех башен находится 8-этажный стилобат, включающий следующие основные функциональные блоки: торговый центр; спортивный центр (двухуровневый тренажерный зал с парной и сауной, площадки для игры в сквош и теннис, полно-размерная баскетбольная площадка); жилые виллы; паркинг.

Высокой степени функциональной насыщенности соответствуют стилобаты, реализующие пять и более функций, представленных достаточно автономными функциональными блоками. Подобное решение реализовано в супернебоскребе «Lotte World Tower» с 12-этажным стилобатом «Podium». К основным функциональным блокам относятся: два крупных торговых центра («Avenuel» и «Shopping Mall»); подземный паркинг; зона общественного питания с несколькими ресторанами и фудкортами; аквариум (Aquarium); киноцентр (Lotte Cinema); концертный зал (Concert Hall); музей (Lotte Museum of Art) и др.

Доступность. Для выявления типологических особенностей стилобатов чрезвычайно важным критерием является «доступность» функциональных блоков. Под «доступностью» понимается возможность посещения стилобата людьми, которые не являются работниками или резидентами высотного здания или комплекса. По степени доступности все выявленные функциональные блоки могут быть либо открытого типа (полностью доступны, предполагают активное взаимодействие с окружающим миром), либо закрытого типа (доступны только работникам или резидентам высотного здания или комплекса). Так, в стилобате рассмотренного выше комплекса «Marina Gate» только торговый центр является функциональным блоком открытого типа. Тогда как в «Lotte World Tower» практически весь стилобат открытого типа и доступен для всех желающих. Однако следует отметить, что среди функциональных блоков открытого типа следует выделять зоны с контролируемым доступом – доступные всем желающим, но за определенную плату (например, театры, кинотеатры, музеи и т. п.).

Транзитность. Данный критерий является чрезвычайно важным при интеграции высотных зданий и комплексов в городскую среду. Следует отметить, что транзитно-ориентированное развитие (transit-oriented development – TOD)

в современном мире все чаще рассматривается как неотъемлемая часть градостроительной политики [12, 13]. Это модель городского планирования, ориентированная на формирование высокоурбанизированной среды с многофункциональной застройкой высокой плотности, оживленным пешеходным движением, безопасными общественными местами для социального взаимодействия и легким доступом к общественному транспорту. В последние годы на тему транзитно-ориентированного проектирования появляется большое количество исследований, среди которых следует обратить внимание на стандарт (The TOD Standard), разработанный институтом политики транспорта и развития США (The Institute for Transportation & Development Policy – ITDP, USA) [14]. Документ опирается на 8 принципов: 1 – *пешеходное движение* (WALK). Планировочные особенности городской застройки должны способствовать интенсивному пешеходному движению; 2 – *велосипедное движение* (CYCLE). Уличный дизайн обеспечивает безопасность для велосипедистов за счет снижения скоростного режима на проезжей части или создания отдельных велосипедных дорожек; 3 – *связанность* (CONNECT). Для коротких и прямых пешеходных и велосипедных маршрутов требуется сеть соединенных между собой дорог и улиц вокруг небольших пронизываемых кварталов; 4 – *транзитность* (TRANSIT). Эффективно работающий общественный транспорт для соединения удаленных районов города, включая транспортные средства малой и большой вместимости; 5 – *смешение* (MIX). Сбалансированное сочетание дополнительных обслуживающих функций и различных видов деятельности в каждом городском районе (например, сочетание мест проживания, рабочих мест и местной розничной торговли); 6 – *уплотнение* (DENSIFY). Для того чтобы направить рост городов в виде более компактных структур, городские районы должны расти вертикально (уплотнение), а не горизонтально (разрастание); 7 – *компактность* (COMPACT). В каждом городском районе должен действовать принцип плотного городского развития, при котором различные виды деятельности и обслуживающие функции удобно расположены близко друг к другу (быстрое перемещение из дома до работы и т. п.); 8 – *смена приоритетов* (SHIFT). Когда города основаны на вышеупомянутых принципах, в повседневной жизни личные автомобили становятся практически ненужными.

Из вышесказанного очевидно, что стилобаты высотных зданий должны рассматриваться как важные компоненты транзитно-ориентированного развития городской среды. Типология

высотных зданий во всем мире начинает развиваться в данном направлении. Важно отметить, что в разных климатических условиях идет поиск собственных приемов и средств создания оптимальных условий для эффективного транзита в городской среде. На сегодняшний день можно привести интересные примеры транзитно-ориентированных стилобатов высотных комплексов в разных климатических поясах.

Комплекс «Seogyo Xi West Valley» построен в Сеуле в 2012 г. (влажный континентальный климат). По своим габаритам и многообразию функций он сопоставим с целым кварталом и включает три высотные башни (две жилые и одну офисную). Вместо традиционного для подобных комплексов единого стилобата здесь создано сложно организованное общегородское пространство. Многочисленные переходы, остекленные мосты и зеленые зоны на крышах могут использовать все желающие с целью посетить многочисленные кафе и магазины или же попасть кратчайшим путем со станции метро в город. Центром композиции является открытая круглая площадь, окруженная многоуровневыми пешеходными галереями. Привлекательность для людей усилена наличием ландшафтной зоны в виде парка с обилием зелени и выставкой скульптур местных студентов, а также многоцелевым залом для массовых мероприятий под открытым небом (рис. 2, а).

Стилобатная часть комплекса «Greatwall Complex» (Ухань, Китай, 2015 г., влажный субтропический климат) также имеет сложную структуру, особенностью которой являются грандиозные пешеходные пандусы для плавного подъема на верхние уровни платформы. Стилобат максимально интегрирован в уличный ландшафт и объединен с сетью пешеходных дорожек. Благодаря пешеходным пандусам, открытым террасам, садам на крышах и многообразию функций в стилобате комплекса, можно сказать, что пешеходная зона улицы развивается на четырех уровнях (рис. 2, б).

Комплекс «Abu Dhabi Global Market Square», other names «Sowwah Square» (Абу Даби, ОАЭ, 2012 г., жаркий пустынный климат) во всем демонстрирует принципы устойчивого и транзитно-ориентированного дизайна. Четыре высотные офисные башни стоят на необычном стилобате, крыша которого трактуется как открытая для всех желающих ландшафтная зона с зеленью и элементами благоустройства. Это общественное пространство объединяет все башни, а двумя уровнями ниже получает альтернативное развитие в виде променада на набережной. Над крышей стилобата на опорах высотой 27 м поднимается здание биржи (the Abu Dhabi Securities Exchange), в подножьи

которого на одном уровне с набережной находится искусственное озеро диаметром 49 м. В структуру стилобата включен двухэтажный торговый центр с атриумом и выходом на набережную, а также паркинг на 4 800 машиномест (рис. 2, в).

«DUO Towers» – это современный многофункциональный высотный комплекс (Сингапур, 2018 г., экваториальный климат), объемно-планировочное решение которого тщательно продумано для уплотнения и связи разрозненных частей города. Комплекс включает две башни, охватывающие полукругом грандиозное городское общественное пространство, пронизываемое в разных направлениях и уровнях. Стилобат комплекса растворяется в городской среде и спроектирован как многоуровневая террасная структура с обилием зеленых пространств, пешеходных дорожек, кафе, ресторанов и многого другого, что превращает его в центр социального взаимодействия (рис. 2, г).

Подключение к транспортной инфраструктуре. Данный критерий тесным образом связан с рассмотренным выше критерием «транзитность», а именно с четвертым прин-

ципом Стандарта транзитно-ориентированного развития (the TOD Standard) – РАНЗИТ (TRANSIT). В условиях сверхплотной городской среды чрезвычайно актуальным направлением научного и проектного поиска является обеспечение условий для эффективной интеграции в городскую среду общественного транспорта. По результатам выявления уже наработанных приемов подключения стилобатов высотных зданий и комплексов к транспортной инфраструктуре можно сказать, что наиболее распространенное решение – это наличие в подземных уровнях связи со станциями метро и даже с железнодорожными станциями (например, «Abeno Harukas», Осака, Япония, 2014 г.). Также чрезвычайно распространенным решением, например для Гонконга, является включение в структуру первого наземного этажа автобусных станций и станций такси. Помимо этого, появляются достаточно уникальные решения по интеграции в стилобаты городских магистралей. Наглядным примером является многофункциональная башня «Toranomon Hills» (Токио, Япония, 2014 г.), стилобат которой имеет не только прямую связь с новой станцией метро, но и включает туннельную конструкцию



Рис. 2. Транзитно-ориентированные стилобаты высотных комплексов:

а – Seogyo Xi West Valley Complex (Сеул, Южная Корея); б – Greatwall (Ухань, Китай) ©10DESIGN;
в – Abu Dhabi Global Market Square (Абу-Даби, ОАЭ); г – DUO Tower (Сингапур)

для транзитной скоростной магистрали. Проектное решение стилобатной части не только позволяет экономить ценный земельный ресурс, но и создает дополнительную городскую территорию для социального общения на крыше стилобата. Здесь создана обширная зона отдыха «Oval Square», на газоне проводятся различные спортивные, оздоровительные и прочие мероприятия.

Как было отмечено выше, транзитно-ориентированное развитие стилобатной части высотных зданий и комплексов является чрезвычайно важным условием их эффективной интеграции в городскую среду. Возможность пересечь пространство стилобата важна для поддержания пешеходной среды в городе. В данном исследовании были выявлены основные объемно-планировочные элементы, необходимые для обеспечения пешеходного транзита через стилобат: галерея; атриум; пассаж; внутренний двор; пешеходный мост; эксплуатируемая кровля; подземные переходы.

Галерея – это, как правило, неотапливаемое открытое или застекленное горизонтальное коммуникационное помещение. Галереи могут располагаться вдоль одной или нескольких сторон стилобата, а также могут находиться

только на уровне земли либо иметь поэтажное развитие.

Атриум – это часть здания в виде многосветного пространства (три и более этажей), развитого по вертикали, смежного с поэтажными частями здания (галереями, ограждающими конструкциями помещений и т. п.), как правило, имеет верхнее освещение. Как известно, расположение атриума в структуре здания по отношению к его периметру может быть различным. Это напрямую будет влиять на способность атриума выступать в качестве самостоятельного транзитного пространства или нуждаться во взаимодействии с другими элементами.

Пассаж – это атриум, развитый по горизонтали в виде многосветного прохода (при длине более высоты), что делает его абсолютно самостоятельным средством пешеходного транзита.

Внутренний двор – это замкнутое по периметру неотапливаемое пространство, в которое обращены наружные стены здания (или зданий), имеющее въезд или проход, а также может иметь покрытие для защиты от осадков. Использование внутреннего двора для обеспечения транзита возможно только в совокупности с другими элементами (галерея, пассаж и пр.).

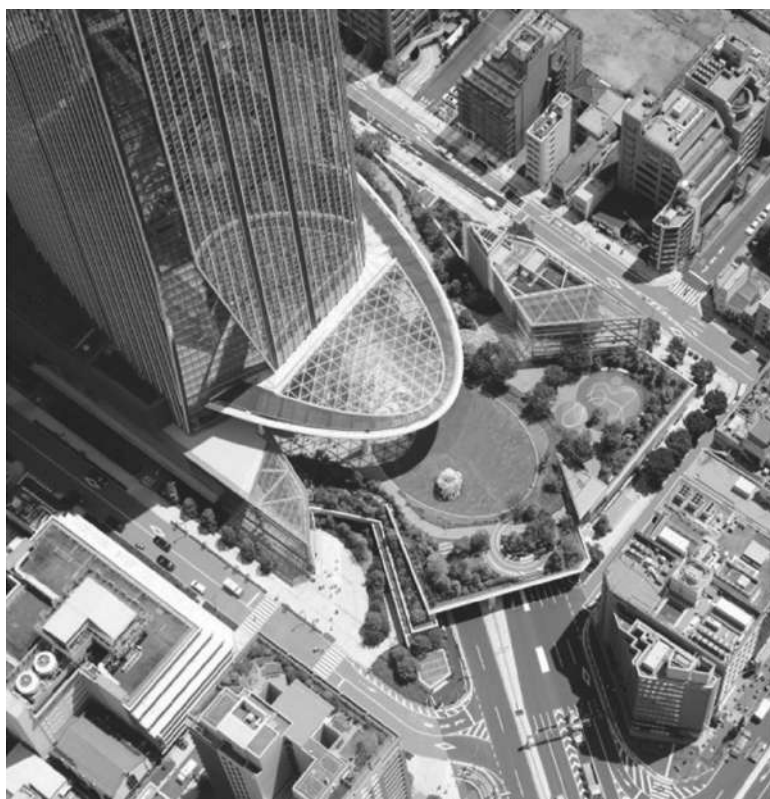


Рис. 3. Многофункциональный высотный комплекс «Toranomon Hills», Токио, Япония

Пешеходный мост – искусственное мостовое сооружение, созданное для перемещения пешеходов через естественные или искусственные препятствия. Пешеходный мост служит для связи отдельных частей стилобата или соседних зданий, является частью пешеходной системы, организованной внутри стилобатной части высотного здания или комплекса, а также пешеходной системы города в целом, организованной в разных уровнях с автомобильным движением.

Эксплуатируемая кровля – это плоская кровля со специальным покрытием, устроенная над зданием или его частями, на которые имеются выходы из помещений здания. Эксплуатируемая кровля стилобата является прекрасной альтернативой наземным благоустроенным общественным городским пространствам в многоуровневой транспортной и пешеходной структуре города. Современные технологии позволяют интегрировать в структуру эксплуатируемой крыши любые виды озеленения и мощения.

Подземные переходы. Использование подземных уровней платформы является эффективным средством включения высотного здания в городскую ткань, обеспечивая взаимосвязь объекта с другими зданиями, а также с элементами транспортной инфраструктуры.

Несмотря на то, что все перечисленные элементы не являются новыми и широко применяются в различных типах зданий, особенности их внедрения в стилобаты высотных объектов, включая специфику взаимодействия с высотной частью, нуждаются в дальнейшем изучении и систематизации. Выбор того или иного элемента для обеспечения пешеходного транзита, а также их сочетание будут зависеть от многих факторов, обусловленных характеристиками места расположения объекта в городе, что оказывает непосредственное влияние на этажность, функциональный состав и степень доступности стилобата.

Выводы. К сожалению, в настоящее время в России существует скептическое отношение к способности высотной застройки служить инструментом, улучшающим городскую среду. Подобное, на наш взгляд, ошибочное мнение является следствием недостатка в отечественной практике проектирования и строительства новаторских высотных объектов. Тем временем в мире активно разрабатываются новые типы высотных зданий, отвечающие на вызовы современности, опровергающие на практике разговоры об их антигуманности и разрушительном эффекте для жилой среды города. Важным инструментом для оптимального внедрения высотных зданий в пространство города является

платформа-стилобат, лежащая в основании высотного здания или комплекса. Стилобат служит мощным связующим звеном в городском пространстве, что достигается различными функционально-планировочными и объемно-пространственными способами. Анализ примеров современной высотной застройки позволяет говорить о том, что стилобат концентрирует многообразие функций и может служить центром притяжения и катализатором развития общественной жизни. При проектировании стилобатов высотных зданий и комплексов многое делается для создания ощущения сомасштабности человеку и связи с окружающей средой. Для этого усложняется структура подиумной части, что достигается благодаря использованию более мелких композиционных членений, переменной этажности, внедрению вертикальных и сквозных пешеходных связей. Активно применяется озеленение, при этом форма стилобата зачастую сложна настолько, что сама становится ландшафтным элементом. Кроме того, широкое использование световых фонарей и атриумов в сочетании с различными технологическими решениями позволяет говорить об их энергоэффективности. В архитектурно-планировочных и функциональных особенностях стилобатов современных высотных зданий и комплексов прослеживаются передовые тенденции в архитектуре и градостроительстве, основанные на бесконфликтной и гармоничной интеграции небоскребов в структуру города. Иными словами, стилобат высотного здания – необходимый элемент, связывающий вертикальную застройку с городской средой и способный качественно ее улучшить.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дубынин Н.В. Архитектура многофункциональных зданий и новые строительные системы // Жилищное строительство. 2014. № 5. С. 63–66.
2. Колесников С.А. Градостроительные основы формирования высокоурбанизированных многофункциональных узлов городской структуры крупнейшего города // Вестник МГСУ. 2009. № 3. С. 25–29.
3. Гельфонд А.Л. Архитектура общественных пространств. М.: Научно-издательский центр ИНФРА-М, 2019. Сер. Научная мысль. 412 с.
4. Крашенинников А.В. Локальные центры в пространстве мегаполиса // Innovative Project. 2016. Т. 1. № 4 (4). С. 60–65.
5. Генералова Е.М. Высотные жилые комплексы как форма массового доступного жилья: монография. Самара: СамГТУ, 2019. 272 с.
6. Попова Д.В. Высотные здания: истоки и современность // Современные научные исследования и инновации. 2016. № 12 (68). С. 1316–1318.

7. Зуева П.П. Высотное здание в городской среде // Актуальные проблемы строительства, экологии и энергосбережения в условиях Западной Сибири: сборник материалов международной научно-практической конференции: в 3 т. / Тюменский государственный архитектурно-строительный университет. Тюмень, 2014. С. 98–104.

8. Семикин П.П. Высотные здания как платформы для экспериментов // Особенности архитектуры и конструирования высотных зданий: сборник трудов / Московский государственный академический художественный институт имени В.И. Сурикова при Российской академии художеств. М., 2017. С. 158–166.

9. Генералова Е.М., Минеева Н.П. Приемы интеграции транспортных узлов в стилобаты высотных зданий // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Архитектура и градостроительство: сборник статей / под ред. М.В. Шувалова, А.А. Пищулева, Е.А. Ахмедовой. Самара, 2019. С. 407–413.

10. Generalova E., Generalov V. Mixed-Use High-Rise Buildings: A Typology of the Future // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 753, 022062. 2020.

11. CTBUH Skyscraper Center [Электронный ресурс]. URL: <http://www.skyscrapercenter.com/> (дата обращения: 30.04.2020).

12. Thomas R., Pojani D., Lenferink S., Bertolini L., Stead D., van der Krabben E. Is transit-oriented development (TOD) an internationally transferable policy concept?, *Regional Studies*, 52:9, 2018. pp 1201-1213 [Электронный ресурс]. URL: <https://doi.org/10.1080/00343404.2018.1428740> (дата обращения: 30.04.2020).

13. Аль-Джабери А.А.Х., Перькова М.В., Иванькина Н.А., Аль-Савафи М.Х. Типология транзитно-ориентированного развития // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2019. № 5. С. 120-130.

14. TOD Standard 2017 [Электронный ресурс]. URL: https://itdpdotorg.wpengine.com/wp-content/uploads/2017/06/TOD_printable.pdf (дата обращения: 30.04.2020).

REFERENCES

1. Dubynin N.V. Architecture of multifunctional buildings and new construction systems. *Zhilishchnoye stroitel'stvo* [Housing construction], 2014, no. 5, pp. 63-66. (in Russian)

2. Kolesnikov S.A. Urban planning principles for the formation of highly urbanized multifunctional nodes of the urban structure of the largest city. *Vestnik MGSU* [Bulletin of MGSU], 2009, no. 3, pp. 25-29. (in Russian)

3. Gelfond A.L. *Arkhitektura obshchestvennykh prostanstvo* [The architecture of public spaces]. Moscow, Nauchno-izdatel'skiy tsentr INFRA-M Publ, 2019. 412 p.

4. Krashenninnikov A.V. Local centers in the space of a megalopolis. *Innovative Project*, 2016, vol. 1, no. 4 (4), pp. 60-65. (in Russian)

5. Generalova E.M. *Vysotnyye zhilyye komplekсы kak forma massovogo do-stupnogo zhil'ya* [High-rise residential complexes as a form of mass affordable housing]. Samara, Samarskiy Gosudarstvennyy Tekhnicheskiy Univ., 2019. 272 p.

6. Popova D.V. High-rise buildings: the origins and the present. *Sovremennyye nauchnyye issledovaniya i innovatsii* [Modern Scientific research and Innovation], 2016. no. 12 (68), pp. 1316-1318. (in Russian)

7. Zueva P.P. High-rise building in the urban environment. *Sbornik materialov mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Aktual'nyye problemy stroitel'stva, ekologii i energosberezheniya v usloviyakh Zapadnoy Sibiri»* [Proc. of the international scientific and practical conference: in 3 volumes «Actual problems of construction, ecology and energy conservation in Western Siberia»]. Tyumen State University of Architecture and Civil Engineering, 2014, pp. 98-104. (in Russian)

8. Semikin P.P. High-rise buildings as a platform for experiments. *Sbornik trudov «Osobennosti arkhitektury i konstruirovaniya vysotnykh zdaniy»* [Proc. of the Moscow State Academic Art Institute named after V.I. Surikov at the Russian Academy of Arts «Features of architecture and construction of high-rise buildings»], 2017, pp. 158-166. (in Russian)

9. Generalova E.M., Mineeva N.P. Techniques for integrating transport nodes into stylobates of high-rise buildings. *Sbornik trudov «Traditsii i innovatsii v stroitel'stve i arkhitekture. Arkhitektura i gradostroitel'stvo»* [Proc. Traditions and Innovations in Construction and Architecture. Architecture and Urban Planning], Samara, 2019, pp. 407-413.

10. Generalova E., Generalov V. Mixed-Use High-Rise Buildings: A Typology of the Future. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020, 753, 022062. DOI:10.1088/1757-899X/753/2/022062.

11. CTBUH Skyscraper Center (2020). Available at: <http://www.skyscrapercenter.com/> (accessed 30 April 2020).

12. Thomas R., Pojani D., Lenferink S., Bertolini L., Stead D., van der Krabben E. Is transit-oriented development (TOD) an internationally transferable policy concept?, *Regional Studies*, 52:9, 2018. pp 1201-1213 Available at: <https://doi.org/10.1080/00343404.2018.1428740> (accessed 30 April 2020).

13. Al-Jaberi A.A.H., Perkova M.V., Ivankina N.A., Al-Savafi M.Kh. Typology of transit-oriented development. *Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta im. V.G. Shukhova* [Bulletin of the Belgorod State Technological University. V.G. Shukhov], 2019, no. 5, pp. 120-130. (in Russian)

14. TOD Standard (2017). Available at: https://itdpdotorg.wpengine.com/wp-content/uploads/2017/06/TOD_printable.pdf (accessed 30 April 2020).

Об авторах:

ГЕНЕРАЛОВА Елена Михайловна

кандидат архитектуры, профессор кафедры архитектуры жилых и общественных зданий Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: generalova-a@yandex.ru

GENERALOVA Elena M.

PhD in Architecture, Professor of the Architecture and Residential and Public Buildings Chair Samara State Technical University Academy of Architecture and Civil Engineering 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244 E-mail: generalova-a@yandex.ru

ГЕНЕРАЛОВ Виктор Павлович

кандидат архитектуры, профессор, заведующий кафедрой архитектуры жилых и общественных зданий Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: vp_generalov@mail.ru

GENERALOV Viktor P.

PhD in Architecture, Professor, Head of the Architecture and Residential and Public Buildings Chair Samara State Technical University Academy of Architecture and Civil Engineering 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244 E-mail: vp_generalov@mail.ru

Для цитирования: Генералова Е.М., Генералов В.П. Формирование типологии стилобатов высотных зданий в соответствии с принципами транзитно-ориентированного проектирования // Градостроительство и архитектура. 2020. Т. 10, № 2. С. 100–108. DOI: 10.17673/Vestnik.2020.02.14.

For citation: Generalova E.M., Generalov V.P. Formation of Stylobat Typology of High-Rise Buildings in Accordance with Principles of Transit-Oriented Design. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2020, Vol. 10, no. 2, Pp. 100–108. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2020.02.14.

Уважаемые читатели!

Испытательный центр «Самарастройиспытания» приглашает к сотрудничеству.

Основные направления деятельности Центра:

- проведение сертификационных испытаний строительной продукции в соответствии с закрепленной областью аккредитации
- испытание экспериментальных образцов строительной продукции
- испытание опытных образцов при постановке промышленной продукции на производство
- испытание зданий и сооружений в процессе приемки и эксплуатации
- испытание серийно выпускаемой продукции
- периодические испытания образцов, взятых в торговле
- контроль качества строительной продукции
- периодическая проверка состояния производства
- обследование зданий и сооружений
- выполнение судебных экспертиз в области строительства
- анализ состояния производства продукции
- разработка технических условий
- проведение аттестаций испытательных строительных лабораторий
- испытания по признанию иностранных сертификатов соответствия
- совершенствование методик испытаний
- освоение и внедрение новых стандартных методов испытаний
- организация повышения квалификации и аттестации сотрудников строительных предприятий и организаций
- участие в разработке нормативных документов

Руководитель *Зубков Владимир Александрович*

Контакты:

443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194, корпус 12 (АСА СамГТУ), каб. 315
тел./факс (846) 242-50-87, 242-32-84
E-mail: samstroyisp@gmail.com

Н. Ю. МЕДВЕДЕВА

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ АТРИУМНЫХ ПРОСТРАНСТВ В АСПЕКТЕ ВИЗУАЛЬНО-ПРОСТРАНСТВЕННЫХ СВЯЗЕЙ С ОКРУЖЕНИЕМ

FORMATION FEATURES OF ATRIUM SPACES IN THE ASPECT
OF VISUAL-SPATIAL RELATIONS WITH THE ENVIRONMENT

Изменения атриумных зданий в функциональном и композиционном аспектах в различные исторические периоды повлияли на типологию и особенности применения атриумных пространств в современной архитектуре. Настоящее исследование основывается на комплексном анализе развития атриумных зданий и синтезе полученных качественных характеристик атриумных пространств с особенностями формирования функционально-композиционных компонентов архитектурных объектов. Целью статьи является выявление типологических особенностей атриумных пространств, формирующих визуальную интеграцию внутреннего и внешнего пространств. Художественная выразительность и вариативность применения атриумов в современной архитектуре являются предпосылками к систематизации и выявлению особенностей формирования атриумных пространств в аспекте визуально-пространственных связей с окружением.

Changes in the atrium buildings in the functional and compositional aspects in different historical periods influenced the typology and features of the use of atrium spaces in modern architecture. This study is based on a comprehensive analysis of the development of atrium buildings and a synthesis of the obtained qualitative characteristics of atrium spaces with trends in the formation of functional-composite components in modern architecture. The purpose of the article is to identify typological features of atrium spaces that form the visual integration of internal and external spaces. Artistic expressiveness and variability of the use of atrium in modern architecture are prerequisites for the systematization and identification of the features of the formation of atrium spaces. The author considers the formation of atrium spaces as an aspect of visual-spatial connections with the environment.

Ключевые слова: атриум, атриумное пространство, типология атриумных пространств, городская среда, устойчивое развитие

Keywords: atrium, atrium space, typology of atrium spaces, urban environment, sustainable development

Атриумные пространства в современной архитектуре классифицируются по следующим направлениям: формообразованию, микроклиматическим и инженерно-технологическим особенностям, типу связи с внешней городской средой. Комбинаторика и вариативность применения разных типов атриумов позволяют выбрать оптимальный вариант инженерно-технических, функционально-пространственных и формообразующих характеристик для определенного архитектурного проекта. При комплексном анализе тенденций в архитектуре атриумных пространств выявляются особенности, формирующие новую функционально-композиционную и важную визуально-психологическую составляющие в городской среде. Типологический и художественный аспекты формирования атриумных зданий как компоненты, гармонизирующие архитектурное пространство, рассматриваются и систематизируются в настоящем исследовании.

Р. Саксоном в книге «Атриумные здания» классифицированы атриумные здания по

типу исходной формы на простые и сложные типы (рис. 1), которые определяют варианты включения атриумного пространства в архитектурный объект. В работе были представлены основные ступени уровня комфорта атриумного здания:

1) «от частичной защиты интерьера в виде навеса к огражденному пространству без регулирования климата;

2) обычное буферное пространство – ограждение с частичным регулированием климата, достаточным для нормального роста растений;

3) управляемое буферное пространство;

4) замкнутое пространство с полным кондиционированием воздуха» [1].

В архитектурных объектах общественного назначения в объеме атриума существует проблема качества воздуха, через который проходят запахи, пыль, табачный дым и пр. Принцип воздухообмена атриумного здания по Р. Саксону определяется рядом технических характеристик (рис. 2) и классифицируется на согре-

вающий, охлаждающий и трансформируемый атриумы. Принципы воздухо- и теплообмена, исследуемые Р. Саксоном (рис. 3) [1], применяются и в настоящее время. В современных атриумных зданиях используются технологии энергосбережения (энергия тепла, солнечного света, ветра и др.). Качество воздуха на участках источников загрязнения улучшается установками с нейтрализующей или фильтрационной системой. В атриумных пространствах общественных зданий в периоды малой заполняемости применяются датчики углекислого газа с целью регуляции объема подаваемого наружного воздуха и расхода электроэнергии [2]. Устойчивое развитие таких зданий определяется точностью предпроектного анализа,

комплексным подходом на стадии проектирования и, соответственно, рентабельностью здания в процессе эксплуатации.

Р. Саксоном в 60-е гг. XX в. была выдвинута гипотеза о перспективности развития атриумных зданий в качестве коммуникационных пространств. В работе «Атриумные здания» описываются стадии формирования транспортно-коммуникационных узлов: сначала строится светопрозрачная оболочка и организуется внутреннее коммуникационное пространство, далее достраиваются прилегающие здания с требуемыми дополнительными функциями [1, с. 72]. Идея формирования транспортно-пешеходных направлений в городской ткани посредством атриумных зданий и комплексов

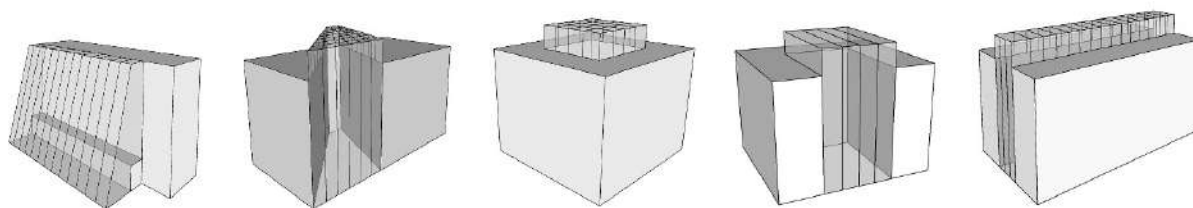


Рис. 1. Основные варианты включения атриумных пространств в объемно-планировочную структуру архитектурного объекта [1, с. 80]

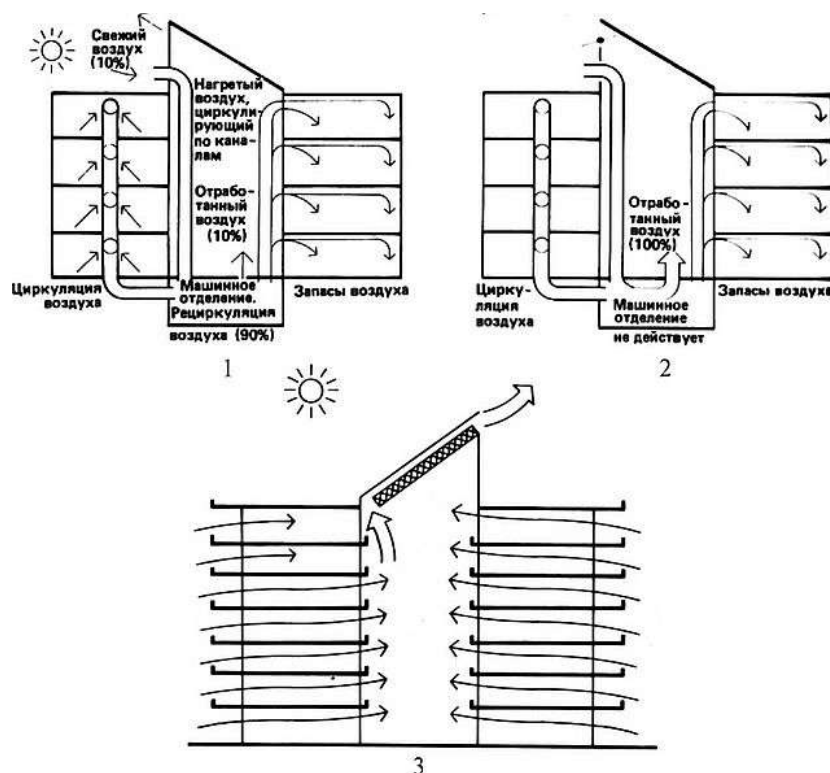


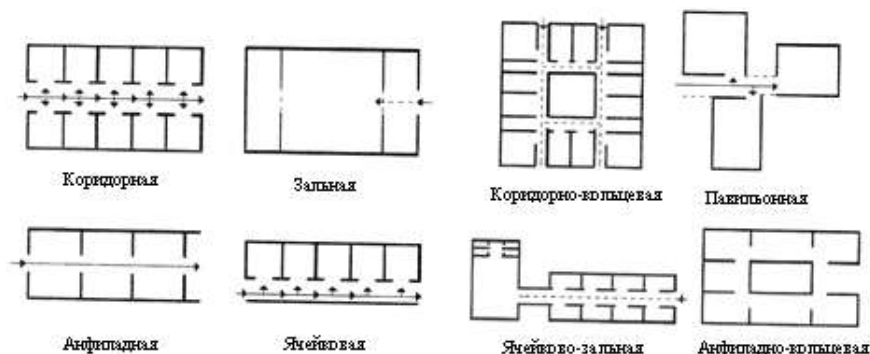
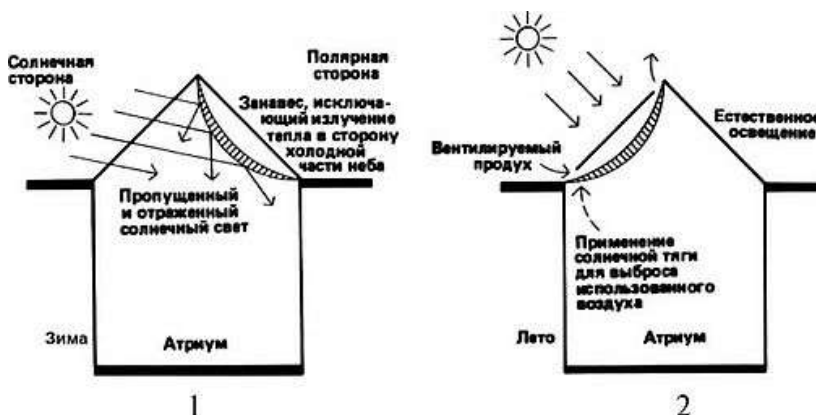
Рис. 2. Атриум, приспособленный для обогрева (1, 2) и охлаждения (3) здания (по Р. Саксону) [1, с. 94]: 1, 2 – принципы вентиляции атриума соответственно в зимнее и летнее время; 3 – атриум выполняет функцию вытяжной трубы и использует солнечную энергию

развивается в настоящее время. Организуются атриумные пространства в условиях существующей плотной городской застройки и вариативности ее функционального наполнения. Тенденция к эргономичности на локальном и градостроительном уровнях, безбарьерности среды, художественно-эстетической целостности формирует новые функционально-композиционные решения атриумных пространств.

А.Л. Гельфонд в работе «Архитектурное проектирование жилых и общественных зданий и сооружений» выявляет следующие типы группировки помещений: ячейковая, коридорная, анфиладная, залная, атриумная, павильонная, смешанная (комбинированная) (рис. 4). Атриумная схема группировки помещений определяется как «ряд помещений, расположенных вокруг закрытого внутреннего двора – атриума – и выходящих в него» [3, с. 31]. Атриумная схема группировки помещений в отечественном опыте проектирования встречается очень редко в чистом виде. Как правило, она присутствует в смешанной схеме группировки помещений совместно с анфиладно-кольцевой, коридорно-кольцевой и другими схемами. Современное атриумное

пространство является не только традиционным внутренним двором, перекрытым светопрозрачным покрытием, но и самостоятельным объемом (оболочкой), включающим объемно-планировочное решение внутреннего пространства.

В новых архитектурных решениях наблюдается увеличение площадей светопрозрачных поверхностей по отношению к глухим ограждающим конструкциям, что формирует проблему стирания границ жилых и общественных, внешнего и частного пространств. Популярность шоу, где люди живут под наблюдением камер, и телевизионных программ о жизни известных людей и простых граждан свидетельствует об изменении социально-психологических и визуально-эстетических ориентиров в организации архитектурного пространства. Подобные процессы описываются в произведениях Е.И. Замятина «Мы» (город с прозрачными зданиями), Г. Маркузе «Эрос и цивилизация» (паноптикум Бенгама), М. Фуко «Око власти» (пространство гетеротопии) [4–6]. Наблюдается тенденция к систематизации композиционно-планировочных решений атриумных пространств с целью структурирования общественных функций



в городской ткани: повышения качества среды в деловом, коммуникационном и культурном аспектах, гармонизации социально-психологических процессов в обществе.

Классификация архитектурно-планировочных приемов включения атриумных пространств в городскую среду рассматривается А.В. Вахниченко в диссертационном исследовании «Композиционно-планировочные принципы формирования атриумных пространств в условиях ревитализации городской среды». А.В. Вахниченко разработаны архитектурно-планировочные приемы формирования атриумных пространств в городской среде: «линейный (способ комфортной организации путей движения от одного объекта к другому), замкнутый (используется в условиях уплотненной городской застройки), сетевой (распределение пешеходных потоков от центра к отдельным кластерам), периметральный (планирование объекта вокруг композиционного ядра)» (рис. 5) [7]. Приемы структурирования городской среды посредством атриума, разработанные А.В. Вахниченко, являются примером выявления новых концепций и типологий в архитектуре и градостроительстве.

Масштаб и пространственное положение атриума относительно архитектурного объекта и уровня земли рассматривается в настоящем исследовании с целью выявления новых функционально-композиционных приемов для устойчивого развития архитектурного объекта и городской среды. Специфика восприятия объемов и локальных пространств в зависимости от углов зрения, выявленная В. Шимко [8], идентична восприятию внутреннего двора, соответственно и атриума. Размер внутреннего двора и пропорции по отношению к окружающим объемам исследуются В. Шимко и классифицируются на виды локальных пространств в зависимости от угла зрения: полная замкнутость (45°), порог замкнутости (30°), минимальная замкнутость (18°) и отсутствие замкнутости (14°).

В настоящее время исследуются функциональные и визуально-психологические аспекты формирования атриумных пространств. Автором настоящего исследования на основе изученного материала синтезированы объемно-планировочные особенности ландшафтной архитектуры, локальных городских пространств и атриумных пространств в аспекте визуально-пространственной связи (см. таблицу).

Способы организации антропогенной и природно-ландшафтной среды. В географии, ландшафтоведении, градостроительстве и архитектуре используют понятие «визуальные пространственные единицы ландшафта»,

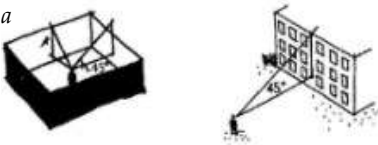
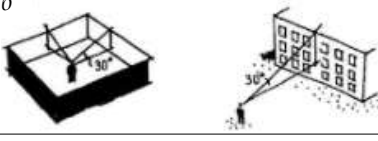
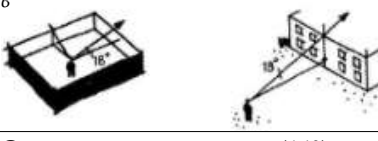
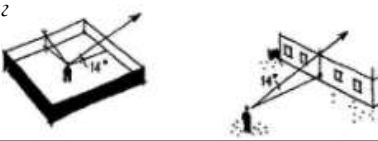
которые составляют вертикальные элементы ландшафта или зрительные барьеры (рис. 6). Атриумное пространство формирует перцептивное пространство, в котором восприятие среды трансформируется и усиливается. Автор настоящей статьи проведено исследование визуально-пространственных особенностей атриумного пространства и способов организации антропогенной и природно-ландшафтной среды, по М.А. Рогожниковой, как приемов создания целостных локальных архитектурных пространств. Культурный ландшафт формируется композиционным расположением зрительных барьеров, в том числе антропогенными элементами. В зрительные барьеры входят: растительность, водные объекты, особенности рельефа (возвышенности, кратеры, ровный рельеф), здания и сооружения [9].

Зрительные барьеры могут создавать «слепые зоны» для обзора ансамбля в городском пространстве или природного пейзажа. Для коррекции визуально загрязняющих элементов и для зон, не обладающих композиционной выразительностью, разработаны способы ландшафтного проектирования и формообразования зданий: создание или использование существующих природных компонентов, скрывающих архитектурный объект, придание архитектурному объекту вида ландшафтного или природного компонента [9].

Придать природному окружению привлекательный внешний вид и визуально скрыть постройку позволяет пейзажное проектирование. При организации природного окружения объекта, как ограждающего элемента, важно учитывать характер сложившихся визуальных компонентов пейзажа, их изменчивость в зависимости от погодных и климатических условий [9, 10]. Атриумные пространства как компонент ландшафтной архитектуры является структурирующим элементом архитектуры и природной среды.

В современной архитектуре высокоурбанизированных городов существует проблема организации визуально-психологически комфортного пространства. Актуальными становятся проблемы «гомогенности» и «агрессивности» композиционных решений городской среды. Популярность применения светопрозрачных покрытий в зданиях общественного и жилого назначения приводит к просматриваемости интерьера зданий и жизни его обитателей, что меняет социальные, культурные и эстетические традиции в обществе. Наблюдается изменение городской среды под влиянием как архитектурных концепций, так и социально-психологических изменений в обществе. Учитывая воздействие архитектуры на визуально-психологическое восприятие городских

Визуально-пространственная связность локального пространства

Способы организации антропогенной и природно-ландшафтной среды по М.А. Рогожниковой	Восприятие объемов и пространств в зависимости от углов зрения по В. Шимко	Особенности формирования атриумного пространства в аспекте визуально-пространственной связности с окружением
Использование существующих «ширм», скрывающих архитектурный объект	Полная замкнутость (45°) <i>a</i> 	Атриум как дополнительный элемент, отделяющий локальное архитектурное пространство от внешней среды
Создание новых «ширм», скрывающих архитектурный объект	Порог замкнутости (30°) <i>b</i> 	Атриум как самостоятельный элемент, отделяющий локальное архитектурное пространство от внешней среды
Придание архитектурному объекту вида ландшафтного компонента	Минимальная замкнутость (18°) <i>в</i> 	Атриум как часть природно-ландшафтной среды (заглубленный, врезанный в склон, выступающий)
Внедрение архитектурного объекта в природные формы окружения	Отсутствие замкнутости (14°) <i>г</i> 	

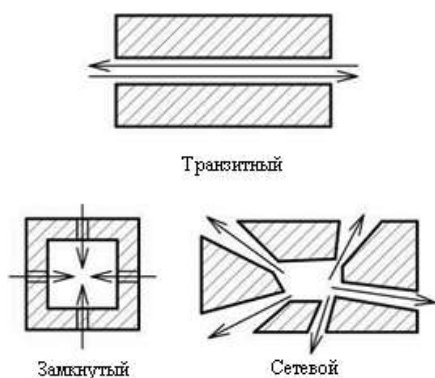


Рис. 5. Тип размещения атриумного пространства в городской среде [7]

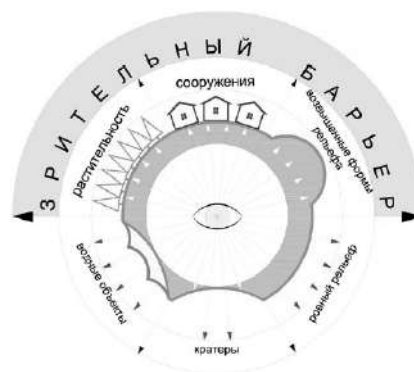


Рис. 6. Компоненты ландшафта. Зрительные барьеры

пространств, автором настоящего исследования были проанализированы принципы синергетики в формообразовании архитектурных объектов. Для объединения объемно-пространственной композиции архитектурных элементов, гармонизации внутренней и внешней среды здания или комплекса зданий выявляются архитектурные особенности формообразования атриумных пространств.

Авторы статьи «Принципы сосуществования природы естественной и искусственной» [10] используют современные подходы к формообразованию: органическая архитектура, бионическая архитектура, ландшафтная архитектура. Выделяют следующие основополагающие принципы синергетики, необходимые для достижения гармоничного сосуществования искусственной и естественной природы:

1. Принцип гомеостатичности заключается в поддержании функционирования системы в определенных рамках для достижения цели.

Включение в архитектуру многоуровневых светопрозрачных пространств создает функционально и визуально-психологически устойчивую архитектурную среду за счет:

- системы конструктивных решений;
- использования современных научных и технологических достижений,
- развития формы по принципу нелинейности.

2. Принцип иерархичности предполагает структурную иерархию природной составляющей вышестоящих и нижестоящих уровней. Структурность низшего уровня для высшего является строительным. Для ландшафта и архитектуры порядок «подразумевает последовательность и рациональное размещение частей». Упорядоченность функциональных зон, соответственно процессов в здании регулируется рекреационными зонами, которые должны удовлетворять потребности в визуально-психологическом и физическом комфорте. Атриумное пространство архитектурного объекта демонстрирует потенциальные функциональные качества рекреационных зон, повышает их эффективность.

3. Утверждение «Нелинейность – есть нарушение принципа суперпозиции в некотором явлении: результат суммы воздействий на систему не равен сумме результатов этих воздействий. Результаты действующих причин нельзя складывать» применимо к атриумным пространствам в зданиях и комплексах. В атриумных зданиях: *взаимодействие с природой, потенциальная возможность развития объемно-планировочных решений.*

4. Принцип незамкнутости (открытости). Неогъемлемое качество визуального взаимодействия внутреннего пространства с окружающей средой.

5. Принцип наблюдаемости. Позволяет структурировать в архитектуре позиции взаимодействия естественной и искусственной природы. Синергетический подход и прохождение стадий бифуркации способствует решению задачи сосуществования трех уровней: природы (мегауровень), человека (макроуровня) и архитектуры (микроуровня) [10,11].

Вариативность типологических и художественных возможностей применения атриумных пространств в современной архитектуре позволяет систематизировать следующие их объемно-пространственные особенности:

- Атриум как дополнительный элемент, отделяющий локальное архитектурное пространство от внешней среды.

- Атриум как самостоятельный элемент, отделяющий локальное архитектурное пространство от внешней среды.
- Атриум как часть природно-ландшафтной среды (заглубленный, врезанный в склон, выступающий).

Выводы. В настоящее время для обеспечения устойчивого культурного, социального, экономического функционирования как архитектурной, так и городской среды требуется визуально-пространственная, композиционная связность. В ходе настоящего исследования были выявлены особенности формирования атриумных пространств в аспекте визуально-пространственных связей с окружением.

Вариативность объемно-планировочных решений, художественная выразительность атриумных зданий по отношению к окружающему пространству позволили классифицировать атриумные пространства в аспекте визуально-пространственной связности с внешней средой.

Изученные технологические особенности организации атриумов позволяют сделать вывод о универсальности функциональных качеств и выразительности объемно-композиционных решений атриумных пространств.

Анализ синергетического подхода к проектированию ландшафтной архитектуры выявил потенциальные возможности атриумных пространств к формированию визуально-пространственной целостности с ландшафтом и архитектурным объектом, что перспективно для устойчивого развития сложившейся архитектурной и городской среды.

Особенности реставрации и реконструкции архитектурных объектов посредством атриумных пространств в аспекте гармонизации и функционального развития объемно-планировочного решения представляют интерес для дальнейшего исследования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Саксон Р. Атриумные здания / пер. с англ. М.: Стройиздат, 1987. 135 с.
2. Гладких Е.Н. Конструкции атриумов, их освещенность и воздухообмен // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия «Студент и наука». Воронеж, 2015. Вып. № 2 (9). С. 97 – 103.
3. Гельфонд А.Л. Архитектурное проектирование общественных зданий и сооружений. М.: Архитектура-С, 2006. 280 с.
4. Фуко М. Другие пространства // Интеллектуалы и власть: избранные политические статьи, выступления и интервью. М.: Праксис, 2006. Ч. 3. С. 191 – 204.

5. Фуко М. Око власти // Интеллектуалы и власть: избранные политические статьи, выступления и интервью. М.: Праксис, 2006. Ч.1. С. 220 – 248.

6. Бредли Куин. Мегполис, творимый модой [Электронный ресурс]. URL: <http://polit.ru/article/2011/02/10/quinn/> (дата обращения: 03.11.14).

7. Вахниченко А.В. Композиционно-планировочные принципы формирования атриумных пространств в условиях ревитализации городской среды: автореф. дис. ... канд. арх. Харьков, 2019. 25 с.

8. Шимко В.Т. Архитектурно-дизайнерское проектирование городской среды. М.: Архитектура-С, 2006. 384 с.

9. Rogozhnikova M.A. Пейзажное проектирование архитектурного объекта [Электронный ресурс]. URL: <http://www.marhi.ru/AMIT/2012/3kvart12/rogozhnikova/abstract.php> (дата обращения: 20.04.2016).

10. Яландина Н.М. Принципы сосуществования природы естественной и искусственной // Архитектон: известия вузов. 2008. Вып. № 22 [Электронный ресурс] URL: http://archvuz.ru/2008_2/5 (дата обращения: 20.07.2019).

11. Колесников С.А. Архитектурная типология высокоурбанизированных многофункциональных узлов городской структуры крупнейшего города: дис. ... канд. арх.: 18.00.02. Самара, 2006. 180 с.

REFERENCES

1. Saxon R. *Atriumnyye zdaniya* [Atrium buildings]. New York, Van Nostrand Reinhold Company, 1983. 183 p. (Russ. Ed.: Rappoport A.G. Moscow, Stroyizdat Publ, 1987, 135 p.).

2. Gladkih E.N. The design of the atriums, their illumination and air exchange. *Nauchnyy vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta Seriya «Student i nauka»* [Scientific Herald of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering Series "Student and Science"], 2015, no. 2 (9), pp. 97 - 103. (in Russian).

3. Gelfond A.L. *Arhitekturnoe proektirovanie obshchestvennykh zdaniy i sooruzhenij* [Architectural design of public buildings and structures]. Moscow, Architecture-S Publ., 2006. 280 p.

4. Fuko M. Other Spaces. *Intellektualy i vlast': izbrannye politicheskie stat'i, vystupleniya i interv'yu* [Intellectuals and Power: Selected Political Articles, Speeches, and Interviews] Moscow, Praxis Publ., Part 3, 2006, pp. 191 - 204. (in Russian)

5. Fuko M. Eye of power. *Intellektualy i vlast': izbrannye politicheskie stat'i, vystupleniya i interv'yu* [Intellectuals and Power: Selected Political Articles, Speeches, and Interviews] Moscow, Praxis Publ., Part 1, 2006, pp. 220 - 248. (in Russian)

6. Bradley Queen. *Megapolis, tvorimyj modoj* [Fashion-driven metropolis]. Available at: <http://polit.ru/article/2011/02/10/quinn/> (accessed 03 November 2014).

7. Vakhnichenko A.V. *Kompozicionno-planirovochnyye principy formirovaniya atriumnykh prostranstv v usloviyakh revitalizatsii gorodskoy sredy. Kand, Diss.* [Composition-al-planning principles of the formation of atrium spaces in the conditions of revitalization of the urban environment. Diss. Cand. Arch.]. Kharkov, 2019, 25 p.

8. Shimko V.T. *Arhitekturno-dizajnerskoe proektirovanie gorodskoy sredy* [Architectural and design design of the urban environment]. Moscow, Architecture-S Publ., 2006. 384 p.

9. Rogozhnikova M.A. *Pejzazhnoe proektirovanie arhitekturnogo ob'ekta* [Landscape design of an architectural object]. Available at: <http://www.marhi.ru/AMIT/2012/3kvart12/rogozhnikova/abstract.php> (accessed 20 April 2016).

10. Yalandina N.M. Principles of coexistence of natural and artificial nature. *Arhitekton. Izvestiya vuzov* [Architecton: University News], 2008, no. 22. Available at: http://archvuz.ru/2008_2/5 (accessed 20 July 2019).

11. Kolesnikov S.A. *Arkhitekturnaya tipologiya vysokourbanizirovannykh mnogofunktsional'nykh uzlov gorodskoy struktury krupneyshego goroda. Kand, Diss.* [Architectural typology of highly urbanized multifunctional nodes of the urban structure of the largest city, Diss. Cand. Arch.]. Samara, 2006. 180 p.

Об авторе:

МЕДВЕДЕВА Наталия Юрьевна

ассистент кафедры архитектурно-строительной графики и изобразительного искусства
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: g_n_y@bk.ru

MEDVEDEVA Natalia Yu.

Assistant of the Architectural and Construction Graphics and Fine Arts Chair
Samara State Technical University
Academy of Architecture and Civil Engineering
443100, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244
E-mail: g_n_y@bk.ru

Для цитирования: Медведева Н.Ю. Особенности формирования атриумных пространств в аспекте визуально-пространственных связей с окружением // Градостроительство и архитектура. 2020. Т. 10, № 2. С. 109–115. DOI: 10.17673/Vestnik.2020.02.15.

For citation: Medvedeva N.Yu. Formation Features of Atrium Spaces in the Aspect of Visual-Spatial Relations with the Environment. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2020, Vol. 10, no. 2, Pp. 109–115. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2020.02.15.



И. Д. ГУДЬ

РАЗВИТИЕ РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫХ РЕЗЕРВОВ В МЕГАПОЛИСАХ

DEVELOPMENT OF RESOURCE POTENTIAL OF URBAN PLANNING RESERVES IN MEGAPOLISES

В статье отражены результаты теоретических исследований автора в области пространственного развития территории и расселения. Инфраструктурное обеспечение формирующегося мегаполиса Большая Самара рассматривается в диалектическом противоречии влияния внутренних и внешних факторов во взаимосвязи с глобальной транспортной картой. Представлены практические предложения по формированию территориальной системы расселения Самарской губернии на основе развития взаимодействия малых городов в структуре окраинного пояса Самарской агломерации с периферийными локальными системами сельского расселения. Автором моделируются варианты размещения мультимодальных транспортно-логистических узлов (Мультиузел) в перспективных «полюсах роста», которые намечаются в местах контакта периферийного окраинного пояса Самарской агломерации с локальными системами сельского расселения.

Ключевые слова: градостроительные резервы, транспортно-коммуникационный каркас, мегаполис, малый город, контактные узлы

The article shows the results of theoretical research in the field of spatial development of the territory and the settlement. Infrastructure provision of the forming Greater Samara megapolis is considered in the dialectical confrontation of internal and external influence factors in relation to the global transport map. The practical proposals for the territorial settlement formation system of Samara province based on the development of towns interaction in the structure of the marginal zone of Samara agglomeration with peripheral local systems of rural settlement are made. The author makes models of multi-modal transport and logistics hubs (Multihubs) in promising “growth poles”, which are going to be at the points of contact of the peripheral marginal zone of the Samara agglomeration with local rural settlement systems.

Keywords: Urban planning reserves, Transport and communication framework, Megapolis, Town, Contact Hubs

С развитием урбанизации и желанием людей жить в городах доля населения, проживающего в сельской местности, сильно снижается. Согласно отчету, ежегодно составляемому специальным ведомством ООН [1], в котором анализируются условия проживания людей в разных странах, наблюдается ежегодное значительное сокращение сельского населения по всему миру.

По мере роста городов и эволюционирования их до мегаполисов в границах городов формируются крупные индустриальные комплексы. Развитие получили технокластеры.

мируются крупные индустриальные комплексы. Развитие получили технокластеры.

Урбанизация тесно связана с политическими процессами в государствах. Предпосылками урбанизации стали: развитие промышленности, торговли, науки, а также рост в городах транспортной инфраструктуры, развитие культурных и политических функций, механизация сельского хозяйства. В то же время наблюдалась безработица в отдалённых районах сельской местности. Процесс роста и развития приго-

родной зоны мегаполисов привёл к субурбанизации. В свою очередь в результате субурбанизации произошло формирование городских агломераций.

Настоящий этап развития градостроительства в России связан с поиском и оценкой ресурсного потенциала территориальных резервов в пригородных зонах мегаполисов, что соответствует концепции устойчивого развития, провозглашённой на исторической встрече высшего уровня «Планета Земля» в 1992 г. в Рио-де-Жанейро по развитию мегаполисов.

В России с середины 1960-х гг. в историческом периоде «хрущёвская оттепель» также произошло увеличение численности городского населения по сравнению с сельским.

Активное развитие пригородов – зон, расположенных за административной границей города на расстоянии в полтора часа езды от центра города, запустило центростремительный процесс миграции городского населения, перенос в сельскую местность форм хозяйственной деятельности, характерных для городов, строительство промышленных предприятий коммунально-хозяйственных зон и складских территорий.

Часовая миграция жителей пригородов в города привела к заторам на дорогах, что принесло вред окружающей среде, потере времени и другим проблемам. Для борьбы с этим во многих развитых странах ведётся политика развития общественного транспорта в пригородах. Так, например, в Париже есть сеть региональных поездов с транспортно-пересадочными узлами с перехватывающими парковками. По состоянию на конец 2019 г. более половины населения Земли (3,9 млрд чел.) проживает в городах и количество горожан продолжает расти [2]. В настоящий момент на территории России насчитывается 15 городов, в каждом из которых численность населения в пределах городской черты превышает 1 млн человек. В текущем статистическом учёте по числу городов-миллионников Россия занимает 4-е место после Китая, Индии и Бразилии [3]. В соответствии с политико-административным макрорайонированием в России больше всего городов-миллионников в Приволжском федеральном округе (Самара, Нижний Новгород, Казань, Уфа, Пермь). Поволжский регион, лежащий на пересечении оси широтной (Транссибирская магистраль) и меридиональной оси (река Волга), обладает значительными градостроительными ресурсами для организации современных мультиузлов по транспортировке и складированию грузов и перевозке пассажиров, а также размещению грузов на специальных складских объектах. На 2018 г. городское население в Приволжском

федеральном округе составляет 73,7 % (высокий уровень урбанизации), безработица среди сельского населения по состоянию на 2019 г. в 1,7 раза выше, чем среди городского [4].

Мегаполис Большая Самара

В 80-х гг. XVI в. по указу царя Фёдора I Иоанновича была основана Самара как приграничная крепость и торговые ворота Российского государства на Восток. Самарская крепость, одна из трех строящихся крепостей на Волге, самой большой реки Европы, была построена первой отрядом князя Григория Засекина в 1586 г. Реки Самара и Волга образовывали стрелку рек, что обеспечивало удобные условия для размещения причалов, ведь основным транспортом вплоть до середины XIX в. был речной и гужевой.

Из письменных источников известно, что крепость Самара являлась одной из самых крупных крепостей Российского государства, основанных в конце XVI в. В 1688 г. крепость Самара получила статус города и стала выполнять функции военной пограничной базы и центра торговли с Востоком. Спустя несколько лет братья Людвиг и Альфред Нобель подали прошение царице Софье Алексеевне о размещении нефтяных танкеров на стрелке рек, поскольку именно здесь баржи могли свободно обслуживаться и вести перекачку нефти в береговые резервуары. Немаловажно и то, что река не подвергалась загрязнению. Прошение было удовлетворено, и здесь активно развивалось нефтяное дело вплоть до начала XX в.

Здесь впоследствии в 1730-е гг. размещался центр Оренбургской экспедиции по освоению южно-уральских и восточных земель Российского государства. Город бурно развивался: работали мельницы, многочисленные производства с амбарами. В городе насчитывалось около 200 дворов, 375 торговых лавок, население города превышало 7 тыс. человек. В 1780 г. в Самаре открылись государственные учреждения: казначейство, суды, городское правление, мануфактурные производства, такие как мебельные и ткацкие фабрики. Чтобы упорядочить развитие города, в 1782 г. был утверждён генеральный план застройки по регулярному «екатеринскому» плану.

В 1834 г. Ефим и Мирон Черепановы создали первый в России паровоз и запустили в эксплуатацию на металлургическом заводе Нижнего Тагила первый в России поезд на паровой тяге. С 1880-х по 1950-е гг. шла ускоренная урбанизация Самары. Город прошёл путь от крепости и административного центра российской колонизации на Восток до одного из крупнейших промышленных и культур-

ных центров Европы. Закладываются основы для формирования предприятий будущих отраслевых кластеров – нефтехимического, аэрокосмического, машиностроительного, автомобилестроительного, кластера строительной промышленности и строительных материалов и др. В 1960-е гг., когда были основаны системообразующие организации АвтоВАЗ и аэропорт Курумоч, города Тольятти и Сызрань, входящие в агломерацию Самарской губернии, стали развиваться сопряжённо друг с другом, но во многом независимо.

В настоящее время, после перехода постиндустриального этапа к обществу информационных технологий, научные разработки становятся главной движущей силой экономики – базой индустрии знаний. Мегapolis Большая Самара рассматривается в структуре Самарской агломерации. Её ядра – это крупнейшие транспортные, индустриальные, культурные и научные центры: города Самара, Тольятти и Сызрань. Самарская агломерация, полицентрическая по форме пространственной организации, имеет численность населения от 2,3 до 2,7 млн. чел. (в зависимости от вариантов определения её границ) – третья в России по численности населения. В агломерацию также входят города Новокуйбышевск, Чапаевск, Жигулёвск, Кинель, Отрадный, Похвистнево и другие малые города. Самара по количеству жителей занимает 6-е место по России. Это динамично развивающийся и распространяющийся экстенсивно во всех направлениях город, за исключением территорий национального природного парка «Самарская Лука» (200 тыс. га). Однако центростремительный процесс агломерирования ведёт к миграциям населения из окраинных районов сельской местности в город [5].

В составе Самарской агломерации выделяются субцентры – малые города и поселения, лежащие на транспортном каркасе региона, которые близко расположены по направлению к местным системам сельского расселения (Аэротрополис Курумоч, Красный Яр, Кинель, Роцинский, Дубовый Умёт, Чапаевск, Кузоватово, Приволжье, Обшаровка, Шигоны, Климовка, Хрящевка). От них идут по основным направлениям азимутов транспортные пути (железнодорожные и автомобильные) к локальным системам расселения.

Теоретическая модель и принципы формирования окраинного пояса Самарской агломерации

Самарская агломерация имеет все предпосылки для ведения строительства любых масштабов. Автомобилизация населения – одна из самых высоких в стране благодаря работе

автомобильного завода в Тольятти, где наряду с крупнейшими промышленными предприятиями функционируют университет, технопарки «Жигулёвская долина», «Особая экономическая зона», «Территории опережающего развития» и др. Предпосылки комплексного градостроительного развития во многом сводятся к выявлению и анализу внутренних и внешних факторов, определяющих процессы развития. Внутренние факторы – социальные, демографические, научно-образовательные. Внешние – миграция трудовых ресурсов из других регионов России и стран ближнего зарубежья, выгодное геополитическое расположение Самарской губернии на пересечении широтных и меридиональных потоков горожан с трудовыми целями.

Определение окраинного пояса агломерации – это территория в пределах 1,5–2-часовой доступности с двусторонним движением жителей региона к новым местам приложения труда и центрам обслуживания. Несмотря на значительную территорию, задействованную в поляризации расселения, окраинный пояс агломерации пока малонаселён и агломерация нуждается в совершенствовании транспортного каркаса и создании объектов капитального строительства.

С 1960-х гг. в проектах Схем районной планировки, а затем и в Схеме территориального планирования Самарской губернии закладываются проектные предложения по направленному взаимосвязанному развитию городов Самары, Сызрани и Тольятти, ведутся научные исследования Самарской агломерации, в том числе и с привлечением зарубежных учёных и градостроителей. В 1990-е гг. в научных кругах рассматривались несколько стратегий пространственного развития Самарской агломерации: формирование лесопаркового защитного пояса, ближние и дальние города-спутники, «пять пальцев» – радиально-лучевое развитие агломерации вокруг Самарской Луки, линейная конурбация [6]. Исследование имело в основном теоретическое значение, реальное развитие агломерации совмещало одновременно несколько стратегий территориально-пространственного развития, приоритетное развитие опиралось на созданный к 1990-м гг. широтный транспортно-коммуникационный каркас расселения по трассировке Куйбышевской железной дороги (важной части Транссиба). Наименее обеспеченными транспортной инфраструктурой в Самарской губернии длительное время по ряду причин оставались южное и юго-восточное направления.

Градостроительный каркас расселения Самарской губернии сформировался в широтном

Глушица, Пестравка, Ишково, Новоспасское, Кузоватово, Тереньга, Сенгилей) [7, 8].

Сызрань

Город Сызрань является одним из ядер Самарской агломерации. Это третий по численности населения город Самарской губернии – площадь 117 км², численность населения 173 тыс. человек.

В городе хорошо развит промышленный сектор. Это крупный железнодорожный узел шести направлений (рис. 2).

Сызрань очень хорошо подходит для размещения мультимодальных транспортно-логистических узлов (Мультиузла). Предлагаемый вариант размещения Мультиузла – в границах городской черты вблизи обводной автодороги и железнодорожных путей. Территория будет включать в себя следующие блоки: коммунально-складские, торговые предприятия и бизнес-центры, пункты питания, спортивный центр и ряд других инновационных кластеров.

Кинель

Город Кинель Самарской губернии расположен в 40 км от губернской столицы. Своё развитие получил благодаря строительству железной дороги и продвижению по территории России на восток. Площадь города 36,75 км², население 35 тыс. человек. К 1916 г. Кинель – станция 1-го класса была отнесена к крупнейшим станциям России того времени. И уже тогда можно было говорить о железной дороге как о градообразующей отрасли для города.

Кинель, сочетая в себе два ключевых параметра для размещения Мультиузла, может стать ещё одним центром по размещению транспортной инфраструктуры для подключения Самарской губернии к международным транспортным коридорам (рис.3).

Ближайшей перспективой развития Самарской губернии станет привлечение населения в полюса роста и создание в них высокого уровня жизни за счёт культурно-бытового обслуживания, условий для образования, спорта

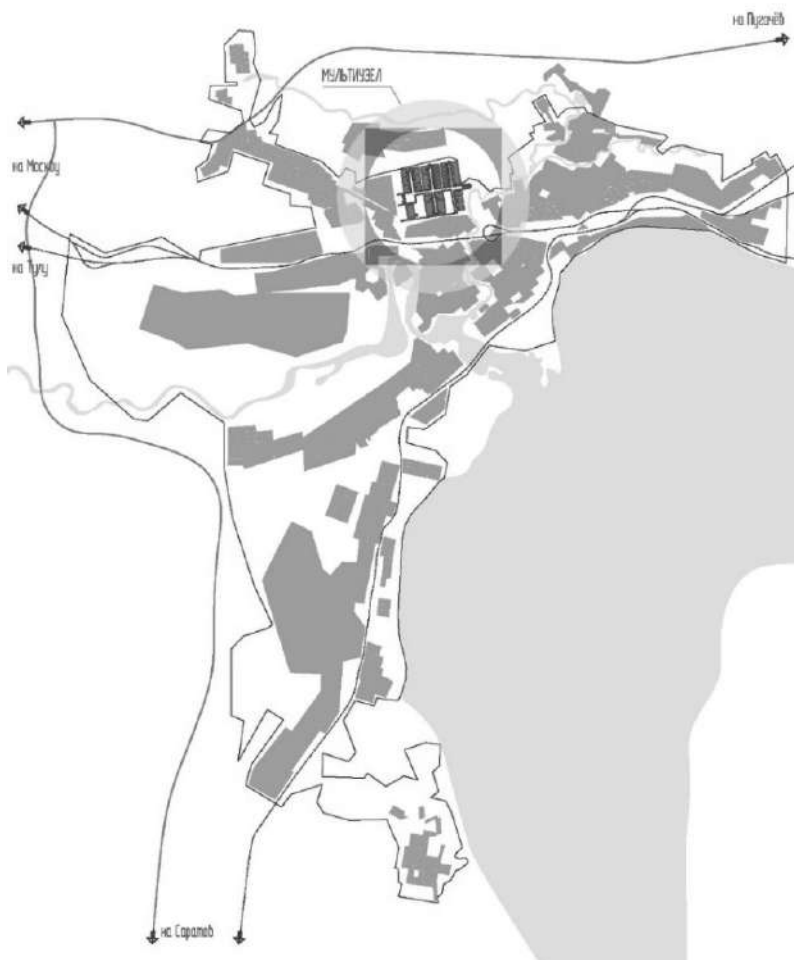


Рис. 2. Вариант размещения Мультиузла в Сызрани

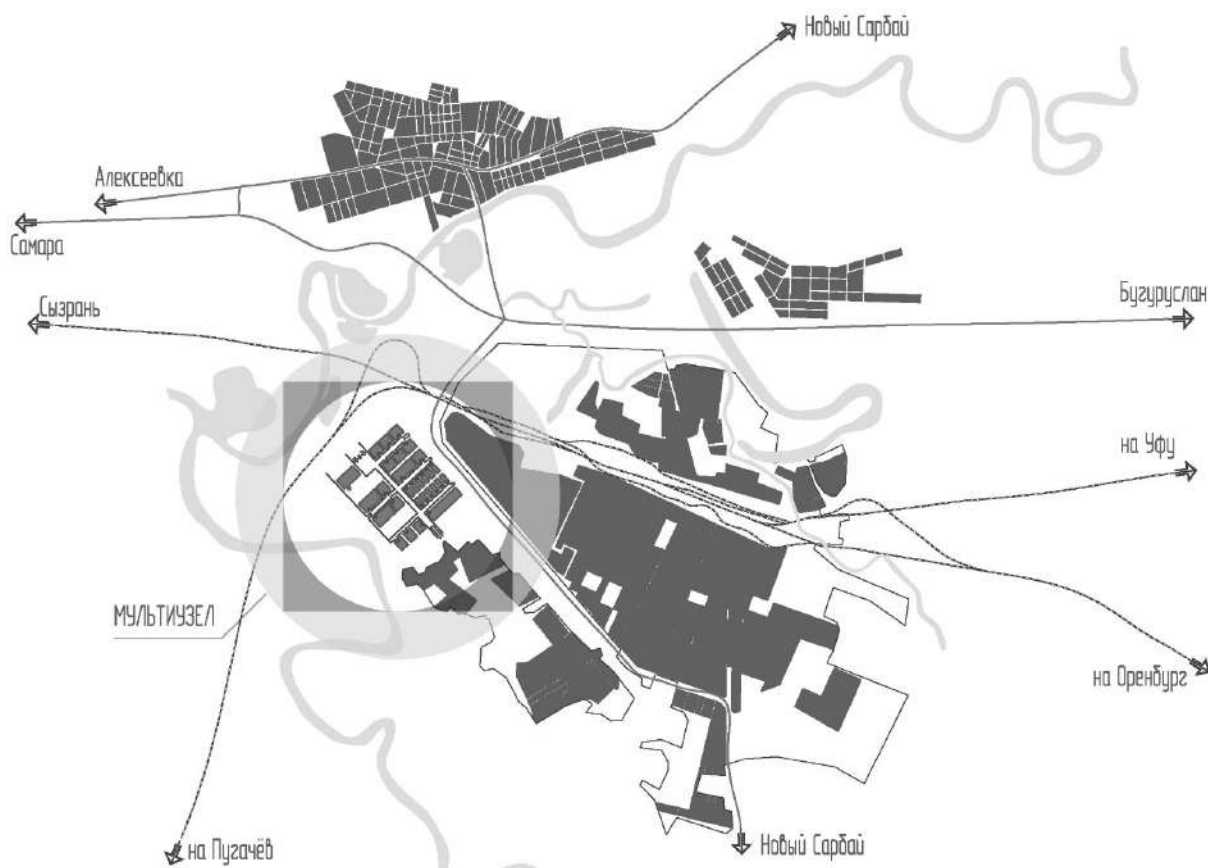


Рис. 3. Вариант размещения Мультиузла в Кинеле

и здравоохранения, а также создания возможностей для достаточно быстрого передвижения между центрами агломерации и субцентрами благодаря возможности пересадки с личного на скоростной общественный транспорт в местах создания транспортно-пересадочных узлов [9]. В настоящее время в Самаре осуществляют долгосрочные стратегии социально-экономического развития, в которых большое внимание уделено развитию транспортного комплекса – Мультиузла. Создание сети мультиузлов в Поволжье, на Урале, в Сибири и Дальнем Востоке способно кардинально решить проблему доставки грузов и перевозки пассажиров по «удобным схемам», снизив стоимость перевозки и сократив время в пути. Итогом этой работы станет развитие в контактных узлах пересечений транспортно-инфраструктурных каркасов «полюсов роста» первой, второй и третьей очередей [10–12].

Выводы. Рассмотрены принципы поэтапного развития на ближайшую, среднесрочную и отдалённую перспективу транспортно-коммуникационного каркаса Самарской губернии и Самарской агломерации в частности.

1. Выгодное экономико-географическое положение Самарской агломерации позволяет рассматривать Самарскую губернию как перспективный регион Евразии.

2. Анализ сложившейся системы расселения показал динамику центростремительных потоков из сельской местности к ядрам агломерации через потенциальные субцентры.

3. Определены субцентры Самарской агломерации – Аэрополис Курумоч, Красный Яр, Кинель, Рошинский, Дубовый Умёт, Чапаевск, Кузоватово, Приволжье, Обшаровка, Шигоны, Климовка, Хрящевка.

4. Определены «точки роста» в местах контакта поселений окраинного пояса агломерации с локальными сельскими системами расселения, контактными узлами – Димитровград, Елховка, Черновка, Отрадный, Нефтегорск, Большая Глушица, Пестровка, Ишково, Новоспасское, Кузоватово, Тереньга, Сентилей.

5. В качестве принципов будущего градостроительного развития окраинного пояса агломерации во взаимосвязи с периферийными сельскими системами расселения в разработанной автором теоретической модели выдвигаются следующие этапы:

– развитие субцентров агломерации с приоритетом формирования расселения по юго-восточным и северо-восточным направлениям с новыми объёмами жилищного и культурно-бытового строительства, новыми производствами для создания новых рабочих мест;

– развитие пригородной и транзитной сети железнодорожного транспорта в Самарской губернии для усиления связанности поселений окраинного пояса агломерации с малыми городами и поселениями на лучевых направлениях ТИАНах (территориально-индустриальные аграрные направления) [12];

– определена отдалённая перспектива развития подключения Самарской губернии к высокотехнологичным международным транспортным коридорам: Арктика – Передняя Азия, Европа – Северная Америка.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ле Корбюзье. Три формы расселения / пер. с фр. Ж. Розенбаума; послесл. Ю. Бочарова и А. Раппапорта. М.: Стройиздат, 1976. 136 с.

2. Гутнов А.Э., Лежава И.Г. Будущее города. Творческая трибуна архитектора. М.: Стройиздат, 1977. 126 с.

3. Развитие городских агломераций – наше будущее? [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://ardexpert.ru/article/11073> (дата обращения: 12.04.2020).

4. Ахмедова Е.А., Казаркина Е.П., Мятажин М.Д., Гудь И.Д. Градостроительные факторы, влияющие на определение приоритетных направлений территориально-пространственного развития Самарско-Тольяттинской агломерации // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Архитектура и градостроительство: сборник статей / под ред. М.В. Шувалова, А.А. Пищулева, Е.А. Ахмедовой. Самара: СамГТУ, 2019. С. 146–161.

5. Мельникова В.М. Социологические исследования в градостроительстве как метод изучения миграционных процессов в городе и регионе // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2018. № 3 (23). С. 54–63.

6. ID Gud Multihub – point of increase in Samara agglomeration-conurbation spatial development / IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 775 (2020) 012018 IOP Publishing DOI:10.1088/1757-899X/775/1/012018.

7. Лекарева Н.А. Использование территориально-пространственных резервов крупнейшего города // Устойчивое развитие городской среды: сборник статей / под ред. М.И. Бальзанникова, К.С. Галицкова, Е.А. Ахмедовой, Е.Г. Вышкина, Ф. Свитала; АСИ СамГТУ. Самара, 2016. С. 203–206.

8. Жоголева А.В. Постиндустриальный градостроительный каркас устойчивого развития урбанизированных территорий // Традиции и инновации

в строительстве и архитектуре. Градостроительство: материалы 72-й Всероссийской научно-технической конференции по итогам НИР / СГАСУ. Самара, 2015. С. 54–60.

9. Каракова Т.В. Миграции населения и градостроительство: монография / СамГАСА. Самара, 2015. С. 54–60.

10. Ахмедова Е.А., Вавилонская Т.В. Принципы поэтапной реорганизации архитектурно-пространственной структуры городской среды на основе инновационных технологий // Градостроительство и архитектура. 2019. Т. 9. № 2 (35). С. 68–79. DOI: 10.17673/Vestnik.2019.02.10.

11. Синельник А.К. История градостроительства и заселения Самарского края. Самара, 2003. 228 с.

12. Яковлев И.Н. Закономерности формирования, тенденции эволюции и механизмы устойчивого развития градостроительных структур высокоурбанизированных субъектов Российской Федерации (на примере Самарской области): дис. ... доктора архитектуры / Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. СПб., 2010. 381 с.

REFERENCES

1. Le Korbyuz'ye. *Tri formy rasseleniya* [Three forms of settlement] per. with fr. J. Rosenbaum; after Yu. Bocharova and A. Rappaport. M., Stroyizdat, 1976. 136 p.

2. Gutnov A.E., Lezhava I.G. *Budushcheye goroda. Tvorcheskaya tribuna arkhitekora* [The future of the city. Creative tribune of the architect]. M., Stroyizdat, 1977. 126 p.

3. *Razvitiye gorodskikh aglomeratsiy – nashe budushcheye?* [The development of urban agglomerations - our future?]. Available at: <https://ardexpert.ru/article/11073> (accessed 12 April 2020).

4. Akhmedova Ye.A., Kazarkina Ye.P., Myatezhin M.D., Gud' I.D. Town-planning factors influencing the determination of priority areas of spatial development of the Samara-Togliatti agglomeration. *Tradicii i innovacii v stroitel'stve i arhitekture. Arhitektura i gradostroitel'stvo sbornik statej*. [Traditions and innovations in construction and architecture. Architecture and urban planning. Collection of articles]. Samara, 2019, pp. 146-161. (in Russian)

5. Mel'nikova V.M. Sociological research in urban planning as a method of studying migration processes in the city and region. *Biosfernaya sovmestimost': chelovek, region, tekhnologii* [Biosphere compatibility: man, region, technology], 2018, no. 3(23), pp. 54–63. (in Russian)

6. Gud I.D. Multihub – point of increase in Samara agglomeration-conurbation spatial development. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, 2020, no. 775, 012018.

7. Lekareva N.A. The use of spatial reserves of the largest city. *Ustoychivoye razvitiye gorodskoy sredy: sbornik statej* [Sustainable development of the urban environment: collection of articles]. Samara, 2016, pp. 203-206. (in Russian)

8. Zhogoleva A.V. Post-industrial urban planning framework for the sustainable development of urban areas. *Tradicii i innovacii v stroitel'stve i arhitekture. Arhitektura i gradostroitel'stvo sbornik statej*. [Traditions and innovations in construction and architecture. Architecture and urban planning. Collection of articles]. Samara, 2015, pp. 54-60. (in Russian)

9. Karakova T.V. *Migratsii naseleniya i gradostroitel'stvo* [Population migration and urban planning]. SamGASA, Samara, 2015. pp. 54–60.

10. Akhmedova Ye.A., Vavilonskaya T.V. The principles of a phased reorganization of the architectural and spatial structure of the urban environment based on innovative technologies. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], Vol. 9, no. 2 (35), pp. 68-79. (in Russian)

11. Sinel'nik A.K. *Istoriya gradostroitel'stva i zaseleeniya Samarskogo kraja* [History of urban planning and settlement of the Samara Territory]. Samara, 2003. 228 p.

12. Yakovlev I.N. *Zakonomernosti formirovaniya, tendentsii evolyutsii i mekhanizmy ustoychivogo razvitiya gradostroitel'nykh struktur vysokourbanizirovannykh sub'ektov Rossiyskoy Federatsii (na primere Samarskoy oblasti)*. Dokt, Diss. [Patterns of formation, trends in evolution and mechanisms of sustainable development of urban structures of highly urbanized subjects of the Russian Federation (using the example of the Samara region). Doct. Diss.]. Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering. St. Petersburg, 2010. 381 p.

Об авторе:

ГУДЬ Илья Дмитриевич

специалист архитектуры, аспирант кафедры градостроительства

специалист по учебно-методической работе международного отдела

Самарский государственный технический университет
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: idgud@ya.ru

GUD' Ilya D.

Specialist in Educational and Methodical Work of the International Division, Postgraduate Student of Urban Planning Chair

Samara State Technical University
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244,
tel.: (905) 302-68-48
Email: idgud@ya.ru

Для цитирования: Гудь И.Д. Развитие ресурсного потенциала градостроительных резервов в мегаполисах // Градостроительство и архитектура. 2020. Т. 10, № 2. С. 116–123. DOI: 10.17673/Vestnik.2020.02.16.

For citation: Gud' I.D. Development of Resource Potential of Urban Planning Reserves in Megapolises. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2020, Vol. 10, no. 2, Pp. 116–123. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2020.02.16.

Уважаемые читатели!

Научно-технический журнал «Градостроительство и архитектура» приглашает Вас опубликовать статью.

Журнал включен в перечень рецензируемых научных изданий, индексируется в РИНЦ, CrossRef и ERIH PLUS

По вопросам, связанным с публикацией статей, обращаться
vestniksgasu@yandex.ru

Полная информация о журнале на сайте **journal.samgasu.ru**

С. Г. МАЛЫШЕВА
Ю. С. ГРЕЧУШНИКОВА

СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ ТУРИСТИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ОДНОГО ИЗ ГЛАВНЫХ ТУРИСТИЧЕСКИХ ЦЕНТРОВ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА ВТРК «АРХЫЗ»

TOURIST INFRASTRUCTURE DEVELOPMENT STRATEGY OF ONE
OF THE MAJOR TOURIST CENTERS OF NORTH CAUCASUS TRC "ARKHYZ"

Анализируется существующее состояние туристической инфраструктуры одного из главных туристических центров Северного Кавказа все-сезонного туристско-рекреационного комплекса «АРХЫЗ». Сформулированы основные факторы, способствующие увеличению туристического потока. С точки зрения функционального развития территории комплекса предложены проектные решения по дополнительному размещению новых объектов туристической инфраструктуры. Приведены примеры уникальных архитектурно-планировочных решений туристических объектов на основе современного международного опыта проектирования. Данное исследование вошло в число победителей первой волны проекта «Профстажировки 2.0».

Ключевые слова: рекреация, горнолыжный курорт, турпоток, инфраструктура, идентичность места

С увеличением конкурентоспособной среды среди курортов Северного Кавказа становятся все более актуальными не только удобства и разнообразие туристической инфраструктуры, но и наличие туристических объектов, подчеркивающих самобытность и идентичность места, способных вызывать яркие впечатления. По данным ТАСС, развитие курортов Северного Кавказа в ближайшее время будет направлено на привлечение международных потоков туристов [1]. С учетом данных перспектив в рамках проекта «Профстажировки 2.0» АО «КСК» [2] было предложено разработать стратегию по увеличению туристического потока на всесезонном туристско-рекреационном комплексе (ВТРК) «Архыз» как одном из главных туристических центров Северного Кавказа, требующем дальнейшего освоения и развития. В рамках данного проекта были предложены мероприятия по повышению туристической привлекательности и увеличению продолжительности пребывания отдыхающих на территории курорта.

The article analyzes the current state of the tourist infrastructure of one of the main tourist centers of the North Caucasus, the all-season tourist and recreational complex "ARKHYZ". The main factors contributing to the increase in tourist flow are formulated. From the point of view of the functional development of the territory of the complex, design solutions are proposed for the additional inclusion of new tourist infrastructure facilities. Examples of unique architectural and planning solutions for tourist sites based on modern international design experience are given. This study was among the winners of the first wave of the project "Professional training 2.0".

Keywords: recreation, ski resort, tourist flow, infrastructure, location identity

Всесезонный туристско-рекреационный комплекс «Архыз» располагается в Зеленчукском районе Карачаево-Черкесской Республики в Северо-Кавказском федеральном округе. Курорт был введен в эксплуатацию в 2013 г. Туристско-рекреационный комплекс открывает широкие возможности для любителей зимнего и летнего видов туризма и является одним из основных горноклиматических курортов Северного Кавказа. Данная территория Северного Кавказа, где располагается ВТРК «Архыз» обладает рядом конкурентных преимуществ: географическое расположение между отрогами главного хребта, наличие большого количества озёр и рек, природно-климатические особенности, включающие в себя разнообразие растительности, животных и птиц.

Уникальное природное расположение ВТРК «Архыз» делает его привлекательным для туристов вне зависимости от времени года. В настоящее время для обеспечения всесезонности работы комплекса в «Архыз» имеются следующие объекты и сервисы:

В зимнее время года:

- 14 трасс различной протяженности и степени сложности;
- 4 канатные дороги;
- пункты проката горнолыжного оборудования на 2000 комплектов;
- локерные камеры хранения;
- школа горнолыжных инструкторов;
- детский горнолыжный городок;
- ледовый каток под открытым небом.

В летнее время:

- высотный веревочный парк;
- полеты на парашюте;
- бассейны под открытым небом;
- летний кинотеатр;
- тир для стрельбы из лука;
- бильярдные и теннисные столы;
- пейнтбольный клуб;
- пункты проката велосипедов и сигвеев;
- детская игровая площадка и парк развлечений с электромобилями и настольными играми;

- конные прогулки и катание на джипах.

Всесезонный доступ:

- гостиничные комплексы;
- экскурсии к историческим и природным достопримечательностям;
- рестораны, столовая.

С учетом существующей туристической инфраструктуры в ВТРК «Архыз» можно сформулировать следующие цели развития комплекса сервисов и услуг:

- создание новых туристических объектов и дополнительных видов туризма усиливающих уникальный природный и историко-культурный потенциал курорта с учетом выхода на международный рынок в сфере туризма [3];
- увеличение продолжительности курортного сезона;
- увеличение продолжительности пребывания на территории курорта;
- расширение круга пользовательской аудитории за счет создания видов туризма с учетом потребностей разных целевых групп: семьи с детьми, молодежные компании, корпоративные компании, большие организованные группы.

Для наиболее успешной и перспективной деятельности курортов, способствующей увеличению турпотока, важным является комплексное и сбалансированное развитие всех составляющих туристической инфраструктуры: объектов размещения, питания, развлечения и транспортная доступность.

Транспортная инфраструктура. Города регионов Северо-Кавказского федерального округа связаны с ВТРК «Архыз» сетью автобусных маршрутов. Из центральной России до ку-

рорта можно добраться на поезде или самолете. «Комплекс» расположен в 210 км от международного аэропорта Минеральные Воды. Ближайший железнодорожный вокзал расположен в городе Черкесске в 120 км от курорта [4].

На данный момент логистика пассажирских перевозок является одной из существенных проблем ВТРК «Архыз», особенно для туристов, проживающих в отдаленных регионах страны, и зарубежных гостей. Такой вывод был сделан на основе отзывов и мнений туристов, в том числе известных блогеров, побывавших на курорте. Сложный вариант транспортной доступности курорта, особенно для семей с детьми, считается одним из его главных недостатков. Именно поэтому выбор большинства туристов останавливается на других туристических курортах Приэльбрусья или Краснодарского края.

Для улучшения системы транспортного обслуживания предлагается рассмотреть следующие возможные перспективы:

- строительство железнодорожного сообщения от ближайшего аэропорта до курортной зоны;
- развитие видов перемещений с высокой провозной способностью, соответствующих высоким экологическим нормам;
- в рамках развития придорожной инфраструктуры создание и поддержание дополнительной сети объектов притяжения транспортного потока;
- развитие существующей улично-дорожной сети от поселка Архыз до туристско-рекреационного комплекса;
- развитие велосипедной инфраструктуры для рекреационных и непродолжительных поездок.

Реализация данных мероприятий позволит обеспечить более комфортный и доступный вид перемещения, так как транспортная доступность является одним из важных факторов при планировании туристического отдыха.

Функцию размещения в настоящее время предоставляют гостиничные комплексы, расположенные на территории ВТРК «Архыз», где стоимость проживания варьируется от 3000–22000 руб. в сутки в зависимости от сезона. Это гостиничный комплекс «Романтик» – два корпуса 3* и 4* с количеством номеров 105, гостиничный комплекс «Вертикаль» – 80 номеров, отель Arkhyz Royal Resort & Spa – 87 номеров, отель Flora Boutique – Hotel & Spa – 33 номера. Остальные средства размещения расположены в десяти километрах от комплекса в поселке Архыз, от которого в настоящее время всё еще не организован необходимый трансфер до канатных дорог комплекса «Архыз».

Основным недостатком оказания услуг проживания является недостаточное количество предложений для туристов со средним и невысоким уровнем достатка. Существующий бюджетный номерной фонд не отвечает современному уровню комфорта и расположен удаленно от территории ВТРК «Архыз».

Средства размещения являются важным аспектом, который формирует благоприятное восприятие от отдыха. Уникальное природное пространство формирует задачу для архитектора – при помощи архитектурно-планировочных решений создать эмоционально-позитивную среду, которая будет положительно влиять на качество отдыха гостей туристического комплекса [5]. Ведь проживание в гостинице может само по себе стать отдельным приключением.

Ярким примером из международного опыта является отель «Tree Hotel», расположенный на севере Швеции. Алюминиевая конструкция выстроена вокруг ствола дерева (рис. 1). Небольшой домик размером 4х4х4 м предназначен для проживания двух человек [6]. Все поверхности строения имеют зеркальное покрытие, что создает иллюзию полного единения постройки с окружающей природой.

Следующим фактором, способствующим активному привлечению гостей, является качественная организация общественного питания. В настоящее время на курорте «Архыз» имеется широкий выбор таких заведений, предоставляющих разнообразие различных видов кухни. Из недостатков можно отметить, что интерьерам некоторых заведений требуется обновление, отсутствует сегмент ресторанов масс-маркет, а также панорамные рестораны с видовыми террасами.

В качестве примера уникальной архитектуры ресторана может служить «Hendl Fischerei» на территории горнолыжного курорта в Леоганге, Австрия (рис. 2). Ресторан был спроектирован архитектурной фирмой W2 Manufaktur. Внимание гостей сразу же привлекают необычные плавные формы, которые представляют собой своего рода произведение искусства – результат кропотливой работы скульптора Gottfried Kaschnig. Посетители мгновенно погружаются в атмосферу тепла и уюта, созерцая открывающиеся природные красоты [7].

В социальных сетях представлено большое количество фотографий блюд этого ресторана на фоне уникальных горных пейза-



Рис. 1. «Tree Hotel», Швеция, от Tham & Videgård Arkitekter



Рис. 2. «Hendl Fischerei», Австрия, от W2 Manufaktur



Рис. 3. «Ocean Park», Гонконг

жей. Живописный интерьер ресторана создает месту определенную историю и дает смысловое наполнение, а огромная открытая терраса с великолепными видами не оставляет равнодушными посетителей, особенно в летнее время.

Но ключевой составляющей яркого и запоминающегося отдыха являются объекты *развлечения*. Насыщенная инфраструктура ВТРК «Архыз» включает в себя: высотный веревочный парк, пейнтбольный клуб, бассейн под открытым небом, летний кинотеатр, торговые ряды, детский клуб, школу катания. Необходимо отметить, что архитектура комплекса создаёт месту определённую историю и дает смысловое наполнение. Именно поэтому важно развивать и совершенствовать данную туристическую инфраструктуру, создавая уникальные по архитектуре объекты.

В качестве примера яркого объекта туристической инфраструктуры, создающего позитивный эмоциональный настрой, можно рассмотреть стилизованный парк. Строительство такого парка в структуре комплекса «Архыз» будет способствовать увеличению количества позитивных отзывов и мнений. Как это получилось в «Ocean Park», который является крупнейшим тематическим парком в Гонконге (рис. 3). Здесь функционируют океанариум, стилизованный парк для животных и морских развлечений.

Ещё одним примером объекта повышенного интереса у туристов является трансформируемый «буквodom», расположенный в пригороде Торонто, спроектированный архитектурным бюро atelier kastelic buffey (AKB) (рис. 4). Посетители парка могут здесь что-нибудь почитать или просто спокойно отдохнуть на встроенных креслах. Модное пространство привлекает читателей разных возрастов [8].

Ярким примером необычного градостроительного размещения и архитектурно-планировочного решения здания служит музей

альпинизма в горах, построенный по проекту Захи Хадид [9]. Горный музей Месснера – MMM Corones, расположенный на вершине горы Кронплатц в Италии, прекрасно гармонирует с окружающим природным ландшафтом и привлекает огромное количество посетителей своим уникальным решением (рис. 5).

Рассмотрим в качестве примера уникальных объектов развлечения и притяжения тури-



Рис. 4. «Буквodom», Торонто. Архитекторы: atelier kastelic buffey (AKB)



Рис. 5. Горный музей Месснера. Кронплатц, Италия, от Захи Хадид

стов еще один музей, расположенный в горах Китая (рис. 6). Это художественный музей LAB, одновременно являющийся центральной выставочной площадкой для фестиваля Wulong Lanba Land Art Festival. Сооружение, спроектированное в форме кольца, идеально вписалось в природный ландшафт и напоминает опустившееся на горы облако. Архитекторы немного приподняли здание над землей, поэтому музей кажется парящим в воздухе, особенно ночью при включенной подсветке [10].

Использование подсветки в ночное время играет немаловажную роль в формировании привлекательной и запоминающейся среды туристических комплексов. Грамотно спланированное ландшафтное и архитектурное освещение – еще один повод восхититься, сделать памятные фотографии и поделиться впечатлениями с друзьями. Это, например, уникальная атмосфера парка с оригинальным решением подсветки от Австралийской компании Gardens at Night (рис. 7). Подобные световые решения улучшат и раскроют природную красоту, которую может обеспечить только ландшафтное освещение [11].



Рис. 6. Музей LAB, Китай, от C+ Architects

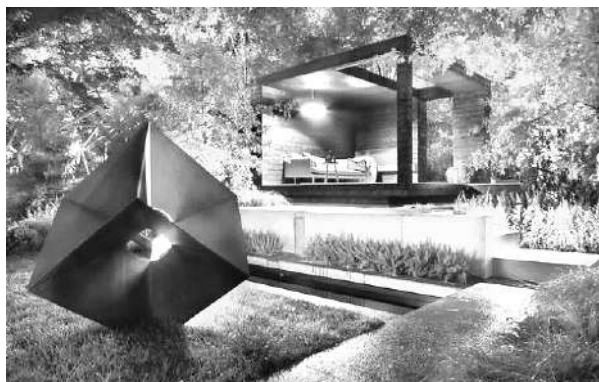


Рис. 7. Оригинальное решение подсветки. Компания: Gardens at Night

При проектировании или модернизации туристско-рекреационных комплексов, ориентируясь на современные потребности туристов, становится всё более значимым создание сервисов и объектов, отличающихся оригинальностью и выразительностью строительных, архитектурных, ландшафтных и дизайнерских решений. Совокупность материальных и социально-культурных характеристик территорий может быть качественно усилена путем создания гармоничной и комфортной среды, где, помимо объектов «притяжения» для развития туристических зон, есть четко и грамотно спланированное пространство [12].

Для повышения турпотока на рекреационных территориях, кроме планирования новых сервисов, объектов и видов туризма, необходимо обеспечить мероприятия по «ускорению процессов информатизации, совершенствованию инфраструктуры региона, повышению квалификации работников, занятых в сфере туризма и сервиса, проведению широкой рекламно-информационной работы» [13]. Данные мероприятия смогут значительно повлиять на усиление конкурентной способности курорта ВТРК «Архыз» и позволят ему выйти на международный уровень. Ожидаемым результатом принятых мер станет создание новых рабочих мест, сокращение миграции и повышение уровня жизни местного населения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Государственное информационное агентство России «ТАСС» - Регионы Северного Кавказа объединяют усилия для привлечения иностранных туристов [Электронный ресурс] URL: <https://tass.ru/ekonomika/7047529> (дата обращения: 18.04.2020).
2. Портал проекта «Профстажировки 2.0» [Электронный ресурс] URL: <https://профстажировки.рф> (дата обращения: 18.04.2020).
3. Тараненко О. Н., Пономарева М. В. Оценка и перспективы развития туристско-рекреационного кластера региона СКФО // Вопросы экономики и управления. 2016. № 2. С. 73-75. URL: <https://moluch.ru/th/5/archive/28/797/> (дата обращения: 06.04.2020).
4. Страница всесезонного горнолыжного курорта «Архыз» [Электронный ресурс] URL: <http://arhyz-resort.ru/kak-dobratsya/> (дата обращения: 15.04.2020).
5. Карпенко А. Г., Потоккина Т. М. Эстетическое восприятие архитектуры как неотъемлемая часть духовно-эмоциональной жизни человека // Интернет-вестник ВолГАСУ. Сер.: Политематическая. 2011. Вып. 3(17). Режим доступа: www.vestnik.vgasu.ru.
6. Портал об архитектуре - Tree Hotel / Tham & Videgård Arkitekter [Электронный ресурс] URL: <https://www.archdaily.com/103393/tree-hotel-tham-videgard-arkitekter> (дата обращения: 01.04.2020).

7. Журнал об архитектуре и дизайне HQROOM - Горный ресторан Hendl Fischerei в Австрии [Электронный ресурс] URL: <https://hqroom.ru/gornyi-restoran-hendl-fischerei-v-avstryi.html> (дата обращения: 20.04.2020).

8. Архитектурная мастерская AKB - The Story Pod [Электронный ресурс] URL: <https://akb.ca/projects/story-pod/> (дата обращения: 20.04.2020).

9. Российский архитектурный web-портал <https://archi.ru/projects/world/8195/gornyi-muzei-messneranbsp-nbsp-corones> (дата обращения: 01.04.2020).

10. Международный журнал об архитектуре, интерьере и дизайне - Художественный музей LAB в горах Китая <https://www.admagazine.ru/architecture/hudozhestvennyj-muzej-lab-v-gorah-kitaya> (дата обращения: 18.04.2020).

11. Страница специалистов по проектированию, поставке и установке качественного наружного освещения GAN [Электронный ресурс] URL: <https://www.gan.com.au/> (дата обращения: 18.04.2020).

12. Малышева С.Г. Градостроительные показатели, влияющие на инвестиционную привлекательность территорий в сфере туризма и отдыха // Приволжский научный журнал. 2015. № 2 (34). С. 129–135.

13. Абдулманов П. Г., Галбацдибирова М. А. Комплексное развитие горных территорий // Russian Journal of Education and Psychology. 2015. № 5 (49). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kompleksnoe-razvitie-gornyh-territoriy> (дата обращения: 06.04.2020).

REFERENCES

1. Portal proekta «Profstazhirovki 2.0» (Internet portal of the project Professional Training 2.0). Available at: <https://профстажировки.рф> (accessed 18 April 2020).

2. Gosudarstvennoe informatsionnoe agentstvo Rossii «TASS». Regiony Severnogo Kavkaza ob"edinyat usiliya dlya privlecheniya inostrannykh turistov (TASS Russian Official News Agency. Regions of the North Caucasus will join forces to attract foreign tourists). Available at: <https://tass.ru/ekonomika/7047529> (accessed 18 April 2020).

3. Taranenko O.N., Ponomareva M.V. Assessment and prospects of development of the tourist and recreational cluster in the North Caucasian Federal District. Economic and Management Issues, 2016, no. 2, pp. 73–75. Available at: <https://moluch.ru/th/5/archive/28/797/> (accessed 06 April 2020). (in Russian)

4. Stranitsa vsesezonnogo gornolyzhnogo kurorta «Arkhyz» (Web-page of Arkhyz year-round ski resort). Available at: <http://arkhyz-resort.ru/kak-dobratsya/> (accessed 15 April 2020).

5. Karpenko A.G., Potokina T.M. Aesthetic perception of architecture as an integral part of a person's spiritual and emotional life. Internet Bulletin of IACE of VSTU. Polythematic series, 2011, issue 3(17). Available at: www.vestnik.vgasu.ru.

6. Portal ob arkhitekture. Tree Hotel / Tham & Videgård Arkitekter (Internet portal about architecture. Tree Hotel / Tham & Videgård Arkitekter). Available at: <https://www.archdaily.com/103393/tree-hotel-tham-videgard-arkitekter> (accessed 1 April 2020).

7. Zhurnal ob arkhitekture i dizaine HQROOM. Gorny restoran Hendl Fischerei v Avstrii (HQROOM Magazine about architecture and design. Restaurant in the mountains Hendl Fischerei in Austria). Available at: <https://hqroom.ru/gornyi-restoran-hendl-fischerei-v-avstryi.html> (accessed 20 April 2020).

8. Arkhitekturnaya masterskaya AKB. The Story Pod (AKB Architectural Workshop. The Story Pod). Available at: <https://akb.ca/projects/story-pod/> (accessed 20 April 2020).

9. Rossijsky arkhitekturny web-portal (Russian Architectural Internet Portal). Available at: <https://archi.ru/projects/world/8195/gornyi-muzei-messneranbsp-nbsp-corones> (accessed 1 April 2020).

10. Mezhdunarodny zhurnal ob arkhitekture, inter'ere i dizaine. Khudozhestvenny muzey LAB v gorakh Kitaya (International Magazine about Architecture, Interior and Design. LAB Art Museum in the mountains of China). Available at: <https://www.admagazine.ru/architecture/hudozhestvennyj-muzej-lab-v-gorah-kitaya> (accessed 18 April 2020).

11. Stranitsa spetsialistov po projektirovaniyu, postavke i ustanovke kachestvennogo naruzhnogo osveshcheniya GAN (Web-page of GAN Company specializing in the design, supply and installation of high-quality outdoor lighting). Available at: <https://www.gan.com.au/> (accessed 18 April 2020).

12. Malysheva S.G. Town planning indices that have an impact on the investment attractiveness of areas in tourism and recreation sphere. *Privolzhskiy nauchnyy zhurnal* [Privolzhsky Scientific Journal], 2015, no. 2 (34), pp. 129–135. (in Russian)

13. Abdulmanapov P.G., Galbatsdibirova M.A. Integrated development of mountain areas. Russian Journal of Education and Psychology, 2015, no. 5 (49). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/kompleksnoe-razvitie-gornyh-territoriy> (accessed 06 April 2020). (in Russian)

Об авторах:

МАЛЫШЕВА Светлана Геннадиевна

кандидат архитектуры,
доцент, декан факультета дизайна
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: f.design@mail.ru

MALYSHEVA Svetlana G.

PhD in Architecture
Dean of the Design Faculty
Samara State Technical University
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244
E-mail: f.design@mail.ru

ГРЕЧУШНИКОВА Юлия Сергеевна

студентка 4 курса архитектурного факультета
кафедры реставрации и реконструкции
архитектурного наследия
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: gagieva_1977@mail.ru

GRECHUSHNIKOVA Iuliia S.

Student
Samara State Technical University
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244
E-mail: gagieva_1977@mail.ru

Для цитирования: Малышева С.Г., Гречушникова Ю.С. Стратегия развития туристической инфраструктуры одного из главных туристических центров Северного Кавказа ВТРК «Архыз» // Градостроительство и архитектура. 2020. Т. 10, № 2. С. 124–130. DOI: 10.17673/Vestnik.2020.02.17.

For citation: Malysheva S.G., Grechushnikova Iu.S. Tourist Infrastructure Development Strategy of One of the Major Tourist Centers of North Caucasus TRC "Arkhyz". *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2020, Vol. 10, no. 2, Pp. 124–130. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2020.02.17.

Уважаемые читатели!

Центр «Энергосбережение в строительстве» приглашает к сотрудничеству.

Основные направления деятельности Центра:

- проведение теплотехнических обследований
- тепловизионный контроль объектов строительства
- экспериментальное исследование характеристик строительных материалов
- проектирование и обследование систем водоснабжения и водоотведения
- проектирование и обследование систем теплогазоснабжения и вентиляции
- выполнение работ по акустике и звукоизоляции зданий и сооружений
- автоматизация инженерных систем зданий и сооружений
- обеспечение светового комфорта застройки
- проведение мероприятий по пропаганде и внедрению энергоэффективных технологий в Самарской области
- изучение, обобщение и распространение передового опыта в области энергосбережения
- формирование общественного сознания в вопросах энергосбережения
- создание современной материально-технической базы для выполнения научно-проектной документации
- координация разработки и продвижения новых образовательных программ в области энергосбережения, проектирования и строительства

Руководитель *Витчиков Юрий Серафимович*

Контакты:

443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194, корпус 11 (АСА СамГТУ), каб. 481
тел. (846) 339-14-76, 339-14-55
E-mail: git.2008@mail.ru

Г. Н. РЯЗАНОВА
А. О. ЛУКЬЯНОВА

ОЦЕНКА ПРОБЛЕМ РАЗВИТИЯ ПРОЦЕССА РЕНОВАЦИИ ЖИЛЬЯ В КРУПНЫХ ГОРОДАХ РОССИИ

ASSESSMENT OF THE PROBLEMS OF THE DEVELOPMENT
OF THE HOUSING RENOVATION PROCESS IN LARGE CITIES OF RUSSIA

В городах России огромное количество устаревших зданий, которые превышают свой срок службы или на грани его достижения. В статье рассматриваются основные проблемы и перспективы организации реновации жилья, которые могли бы стать программой для крупных городов России, на примере Москвы. Рассмотрены преимущества и недостатки программы реновации жилья в Москве. Предложен алгоритм программы реновации жилья для крупных городов России. Рассмотрены проблемы организации утилизации строительных отходов и возможностей их переработки. Дана оценка состояния зданий отдельных районов Самары, которые могли бы быть включены в программу реновации жилья.

Ключевые слова: реновация, эксплуатационный срок службы зданий, обследование конструкций, реконструкция, законодательная база, финансирование, социальные проблемы, переработка, строительный мусор, утилизация отходов

The article discusses the main problems and prospects of organizing housing renovation, which could become a program for large cities of Russia on the example of Moscow. In the cities of Russia, a huge number of obsolete buildings that exceed their service life or on the verge of achieving it. The advantages and disadvantages of the housing renovation program in Moscow are considered. An algorithm for a housing renovation program for large cities of Russia is proposed. The problems of organizing the disposal of construction waste and the possibilities of their processing are considered. An assessment is given of the condition of buildings in certain districts of Samara, which could be included in the housing renovation program.

Keywords: Renovation, operational life of buildings, inspection of structures, reconstruction, legislative framework, financing, social problems, recycling, construction waste, waste disposal

Практика современной застройки городов показывает, что застройщики предпочитают организовывать новое строительство на неосвоенных территориях, находящихся в городской черте или за её пределами, образуя при этом так называемые районы или города-спутники. В Самаре это Волгарь, Кошелев Парк и Южный Город. Освоенные городские районы, особенно центры, заполняются так называемой «точечной» застройкой. Освоение новых территорий значительно снижает проблемы застройщиков с отводом площадок строительства, финансированием, созданием инженерной инфраструктуры, использованием новых архитектурно-градостроительных решений и строительных технологий, в то время как огромные территории городов застроены так называемыми «хрущёвками» и ветхим, аварийным жильём, которое давно не соответствует физико-механическим, теплотехническим параметрам конструкций здания, эксплуатационным срокам службы, не говоря уже о комфортности проживания.

У каждого здания есть свой эксплуатационный срок службы. Под сроком службы

необходимо понимать продолжительность безотказного функционирования здания при различных условиях эксплуатации. Продолжительность безотказной работы систем, несущих элементов, оборудования здания неодинакова. Для определения нормативного срока службы здания применяют средний безотказный срок службы несущих элементов здания – фундаментов и стен (СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий»). Срок службы здания можно узнать исходя из группы капитальности зданий (см. таблицу) [1].

Здания старого строения имеют 4-ю группу капитальности и срок службы несущих элементов таких зданий 100 лет.

Прежде чем делать выводы о состоянии здания, необходимо провести обследование конструкций. Его проводят для оценки прочности и технического состояния несущих и ограждающих конструкций, а также для анализа качества архитектурно-планировочного решения здания [2]. Далее делается заключение о ремонтпригодности или аварийности здания. Если у здания эксплуатационный срок службы

Эксплуатационные сроки службы зданий

Группа капитальности зданий	Конструкция зданий	Срок службы, лет
1	Здания особо капитальные с заполнением каменными материалами: – фундаменты каменные, железобетонные, бетонные, бутобетонные, бутовые, кирпичные – стены каменные (кирпичные в 2,5 – 3,5 кирпича) или кирпичные с металлическим или железобетонным каркасом и крупноблочные – перекрытия железобетонные – кровля рулонная, черепичная, из металлических и асбестоцементных листов	150
2	Здания каменные обыкновенные: – фундаменты каменные – стены каменные (кирпичные в 1,5 – 2,5 кирпича), крупноблочные и крупнопанельные – перекрытия железобетонные и смешанные (деревянные и железобетонные), а также каменные своды по металлическим балкам – кровля рулонная, черепичная, из металлических и асбестоцементных листов	125
3	Здания каменные облегченные: – фундаменты каменные – стены облегченной кладки из кирпича, мелких шлакоблоков и ракушечника – перекрытия деревянные, железобетонные или каменные своды по металлическим балкам – кровля черепичная, из металлических и асбестоцементных листов	100
4	Здания деревянные с бревенчатыми или брусчатыми рублеными стенами: – фундаменты ленточные бутовые – стены рубленые, брусчатые и смешанные (кирпичные и деревянные), сырцовые – перекрытия деревянные – кровля из металлических и асбестоцементных листов, черепичная	50
5	Здания сборно-щитовые, каркасные, глинобитные, саманные и фахверковые: – фундаменты на деревянных стульях или каменных столбах – стены щитовые каркасно-засыпные, глинобитные сырцовые, саманные – перекрытия деревянные – кровля из металлических и асбестоцементных листов	25–30
6	Каркасно-камышитовые, фибролитовые и прочие облегченные: – фундаменты глинобитные, грунтовые – стены каркасно-камышитовые и другие облегченные – перекрытия деревянные – кровля из металлических и асбестоцементных листов	15

превысил норму и на обследовании был сделан вывод о его непригодности к дальнейшей эксплуатации, то необходимо обновлять застройку. Принимается решение о реновации жилья.

Программа реновации заключается в строительстве нового, усовершенствованного жилья взамен отслуживших свой срок эксплуатации зданий. Здания, которые принимают в программу реновации, устарели не только по эксплуатационным, но также по градостроительным и архитектурно-планировочным параметрам [3]. Реконструкция устаревшего жилья несёт немалые расходы: капитальный ремонт здания со сменой кровли, труб и утеплением фасадов выливается не в один миллион рублей, отодвигая проблемы здания на 10–15 лет и абсолютно не

решая задачи комфортности проживания в таких домах. Подштукатуренные и подкрашенные фасады никак не устраняют проблемы с отслужившими свой век, вечно текущими городскими коммуникациями, транспортными и инфраструктурными проблемами. Менять облик районов старой застройки, сносить устаревшее и строить новое комфортное жильё, менять инженерную и транспортную инфраструктуру – всё это и есть задачи реновации жилья.

В Москве вместо 25 млн м² жилья планируется возвести 35 млн м². Это огромные вложения, и не каждый город России сможет осуществить данную программу. Можно выделить следующие преференции от осуществления программы реновации в Москве:

- Современные жилые здания обладают новым архитектурно-эстетическим обликом, отличаются повышенной степенью комфортности и экологичности квартир.
- Планировка и площадь новых квартир соответствуют современным градостроительным требованиям, значительно улучшая условия проживания граждан.
- Оптимальное планирование территорий застройки и сноса старых домов может позволить их жильцам не менять район проживания.
- Собственники старых квартир могут отказаться от нового жилья и получить компенсации за свои квартиры.

К недостаткам программы реновации можно отнести следующее:

- Переселение граждан в новые квартиры осуществляется исключительно на

добровольных началах, что в некоторых случаях приводит к сложнорешаемым задачам: жильцов не устраивает район, дом, этаж, планировка квартиры, наличие парковочных мест или паркинга и т. п.

- Программа реновации жилья в Москве рассчитана на пятнадцать лет [4], с объёмом финансирования 113,7 млрд. р. [5]. Очевидно, что подобные задачи под силу только мегаполису федерального значения, такому как Москва. Достоинства и недостатки московской реновации важно учитывать для организации этого процесса в крупных городах регионального значения.

Проблемы реновации жилья можно представить в виде алгоритма, приведенного на рис. 1.



Рис.1. Алгоритм основных проблем реновации жилья крупных городов России

Каждая из обозначенных проблем может представлять собой комплексную программу, для проработки которой потребуются немалые усилия и финансовые средства (СНиП 11-04-2003 «Инструкция о порядке разработки, согласования, экспертизы и утверждения градостроительной документации»).

Разобрать весь спектр проблем реновации в рамках одной работы не представляется возможным, поэтому к рассмотрению предложена часть вопросов нового строительства, утилизация строительных отходов и социальные аспекты проблем реновации на примере опроса жителей Красноглинского района и в п. Управленческий г. Самары.

Реновация открывает огромное поле возможностей для внедрения новых строительных материалов и технологий. Масштабное финансирование нового строительства потребует применения малозатратных и наукоемких технологий, обеспечивающих снижение затрат как на стадии изготовления строительных материалов, изделий и конструкций, так и на стадии возведения здания. Важным моментом в выборе объёмно-планировочных и конструктивных решений зданий является региональный фактор, учитывающий социально-экономические, климатические особенности, технические возможности строительного производства и строительной науки региона. Кроме того, значительное количество строительного мусора, образовавшегося за счёт сноса старого жилья, путём эффективной утилизации можно использовать на вторичной переработке, что приведёт к экономии ресурсов и снижению материальных затрат на новое строительство.

Вопросы утилизации строительного мусора являются одной из основных проблем программы реновации жилья. Для организации утилизации строительных отходов необходимо строительство новых или использование существующих предприятий. На рис. 2 показан объём основных строительных отходов, которые образуются в результате сноса здания.

На данный момент утилизация строительных отходов организована путём захоронения на специальных полигонах. Альтернативой захоронения можно предложить сортировку и переработку строительного мусора, который можно использовать после его переработки повторно. Дерево, полученное от дверей, полов, стропил, лестниц и других деревянных элементов, может быть переработано и использовано при изготовлении новых древесно-композиционных строительных материалов. Цемент, кирпич и штукатурка также могут быть переработаны и использованы для дорожного строительства. Арматура из железобетонных конструкций не нуждается в обработке и может

быть использована на металлургических предприятиях [6]. Для этого необходимы предприятия для переработки, которые будут состоять из нескольких цехов и корпусов. Предлагается следующий набор предприятий по переработке строительных отходов: корпус приёма строительных отходов; цех дробления материала; цех сортировки; цех для работы с металлами; склад вторичного сырья; зона отгрузки переработанных материалов [7, 8].

Такие предприятия должны функционировать без экологических проблем, уменьшить нагрузку на полигонах строительных отходов, увеличить выпуск строительной продукции, удешевить строительный материал на переработанных строительных отходах.

Реновационные перспективы Самары весьма впечатляющие, поскольку в городе большое количество жилых зданий, находящихся на грани окончания эксплуатационного срока службы. В городе 636 домов признаны аварийными (рис. 3). Значит прежде чем

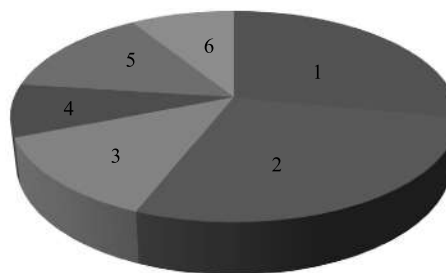


Рис. 2. Структура строительных отходов при сносе зданий:

1 – кирпич, бетон; 2 – дерево; 3 – кровля; 4 – металл; 5 – гипсокартон; 6 – прочие отходы

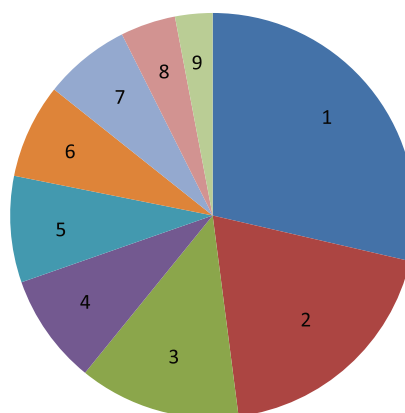


Рис. 3. Количество аварийных домов в районах Самары:

1 – Ленинский (29 %); 2 – Самарский (19 %); 3 – Кировский (13 %); 4 – Куйбышевский (9 %); 5 – Железнодорожный (8 %); 6 – Красноглинский (8 %); 7 – Октябрьский (7 %); 8 – Промышленный (4 %); 9 – Советский (3 %)

решать вопросы реновации с устаревшей застройкой, необходимо в ближайшем будущем решить вопросы с аварийными и предаварийными домами.

В качестве иллюстрации проблем ветхого жилья была проведена визуальная диагностика зданий в Красноглинском районе и в п. Управленческий г. Самары. По ул. Ветвистой находятся двухэтажные здания 1939 г. постройки. Материал несущих стен – дерево. Горячее водоснабжение, канализация отсутствуют. Внутри подъезда видно отслоение штукатурки, полы скрипят и проваливаются, высота дверных проёмов очень мала. Жилые дома находятся в ужасном состоянии, но они не признаны аварийными. Такие дома располагаются по улицам: Ветвистой, Сергея Лазо, 8-го Марта, Солдатской, Симферопольской, Парижской Коммуны, Красногвардейской (рис. 4–6).

Состояние таких домов оценивается как предаварийное, поэтому интересна оценка

перспектив реновации жилья у данной категории населения. Был произведён опрос граждан, результаты которого представлены на рис. 7.

Большинство голосов приходится на молодое поколение (20–40 лет): молодые люди не боятся ничего менять и с радостью согласились бы на такую программу. Граждане в возрасте 45–70 лет опасаются новых программ, но и жить в таких домах считают невозможным, они хотели бы иметь новое жильё, но без каких-либо дополнительных затрат.

Перспективы решения задач реновации жилья в крупных российских городах обозначены в программных заявлениях Президента и Правительства РФ, связанных с обеспечением современным и комфортным жильём граждан России. Процесс организации реновации жилья скорее всего будет долгим, но иного пути к изменению облика российских городов, превращению их в современную и комфортную среду обитания вероятно не существует.



Рис. 4. Аварийные здания по ул. Ветвистой в Красноглинском районе



Рис. 5. Аварийные здания по ул. Парижской Коммуны в Красноглинском районе



Рис. 6. Состояние оснащения подъезда аварийного здания

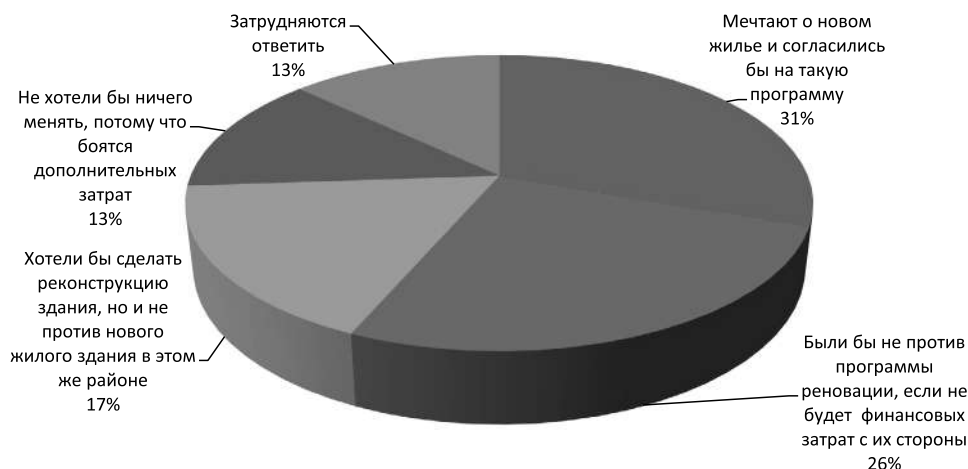


Рис. 7. Результаты опроса граждан дома о программе реновации жилья по адресу: ул. Солдатская, д. 9

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. https://xn--80aeeed1ayk8c.xn--p1ai/stroika/arcx-stroi/gruppa_kapitalnosti.html [Электронный ресурс] (дата обращения: 17.02.2020).
2. Грабовой П.Г., Харитонов В.А. Реконструкция и обновление сложившейся застройки города. М.: АСВ и Реалпроект, 2005. 624 с.
3. <https://yandex.ru/turbo?text=https%3A%2F%2Fmoskva.bezformata.com%2Flistnews%2Frenovatciya-snos-pyatietazhek-v-moskve%2F81097943%2F> [Электронный ресурс] (дата обращения: 04.02.2019).
4. <https://mosrenovaciya.ru/voprosy-otvety/grafik-snosa-pyatietazhek.html> [Электронный ресурс] (дата обращения: 16.02.2020).
5. <https://tass.ru/> [Электронный ресурс] (дата обращения: 16.02.2020).
6. <https://chemtech.ru/korroziya-armatury-v-zhelezobetonnyh-izdelijah/> [Электронный ресурс] (дата обращения: 16.02.2020).
7. Теличенко В.И., Слесарев М.Ю. Управление экологической безопасностью строительства. Экологическая экспертиза и оценка воздействий на окружающую среду. М.: Ассоциация строительных вузов, 2005. 441 с.
8. Майстренко В. Н., Ключев Н. А. Эколого-аналитический мониторинг стойких органических загрязнителей. М.: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2004. 323 с.
9. APA Style (2020). Available at: <https://yandex.ru/turbo?text=https%3A%2F%2Fmoskva.bezformata.com%2Flistnews%2Frenovatciya-snos-pyatietazhek-v-moskve%2F81097943%2F> (accessed 4 February 2020).
10. APA Style (2020). Available at: <https://mosrenovaciya.ru/voprosy-otvety/grafik-snosa-pyatietazhek.html> (accessed 16 February 2020).
11. APA Style (2020). Available at: <https://tass.ru/> (accessed 16 February 2020).
12. APA Style (2020). Available at: <https://chemtech.ru/korroziya-armatury-v-zhelezobetonnyh-izdelijah/> (accessed 16 February 2020).
13. Telichenko V.I., Slesarev M.Yu. *Upravlenie ekologicheskoy bezopasnost'yu stroitel'stva. Ekologicheskaya ekspertiza i otsenka vozdeystviy na okruzhayushchuyu sredu* [Management of environmental safety of construction. Environmental expertise and assessment of environmental impacts]. Moscow, «ASV», 2005. 441p.
14. Maystrenko V. N., Klyuev N. A. *Ekologo-analiticheskiy monitoring stoykikh organicheskikh zagryazniteley* [Ecological and analytical monitoring of persistent organic pollutants]. Moscow, BINOMIAL. Knowledge lab, 2004. 323p.

REFERENCES

1. APA Style (2020). Available at: https://xn--80aeeed1ayk8c.xn--p1ai/stroika/arcx-stroi/gruppa_kapitalnosti.html (accessed 17 February 2020).
2. Grabovoy P.G., Kharitonov V.A. *Rekonstruktsiya i obnovenie slozhivsheysya zastroyki goroda* [Reconstruction and renewal of the existing development of the city]. Moscow, «ASV» i «Realproekt», 2005. 624 p.

Об авторах:

РЯЗАНОВА Галина Николаевна

кандидат технических наук, доцент кафедры
технологии и организации строительства
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: ryazanovagn55@mail.ru

ЛУКЬЯНОВА Ангелина Олеговна

магистрант факультета промышленного
и гражданского строительства, группа ПМ-85-1
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: angelinakirillova@yandex.ru

RYAZANOVA Galina Nikolaevna

PhD in Engineering Science, Associate Professor of the
Technology of Construction Process Organization Chair
Samara State Technical University
Academy of Architecture and Civil Engineering
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244
E-mail: ryazanovagn55@mail.ru

LUKYANOVA Angelina Olegovna

Master's Degree Student
Samara State Technical University
Academy of Architecture and Civil Engineering
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244
E-mail: angelinakirillova@yandex.ru

Для цитирования: Рязанова Г.Н., Лукьянова А.О. Оценка проблем развития процесса реновации жилья в крупных городах России // Градостроительство и архитектура. 2020. Т. 10, № 2. С. 131–138. DOI: 10.17673/Vestnik.2020.02.18.

For citation: Ryazanova G.N., Lukyanova A.O. Assessment of the Problems of the Development of the Housing Renovation Process in Large Cities of Russia. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2020, Vol. 10, no. 2, Pp. 131–138. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2020.02.18.

Уважаемые читатели!

Научно-технический журнал «Градостроительство и архитектура»
приглашает Вас опубликовать статью.

Журнал включен в перечень рецензируемых научных изданий,
индексируется в РИНЦ, CrossRef и ERIH PLUS

По вопросам, связанным с публикацией статей, обращаться
vestniksgasu@yandex.ru

Полная информация о журнале на сайте **journal.samgasu.ru**

Н. В. СОКОЛОВА
Я. В. ЛИТВИНОВА

К ВОПРОСУ О СТРАТЕГИИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ ГОРОДА ПЕНЗЫ

ON THE SPATIAL DEVELOPMENT STRATEGY OF THE CITY OF PENZA

Статья посвящена вопросу выбора стратегии пространственного развития города Пензы. Рассматривается отечественный опыт применения стратегии пространственного развития для крупнейших городов, анализируются территориальные и рекреационные ресурсы, транспортная инфраструктура города. Предлагается стратегия пространственного развития Пензы, основанная на принципах компактности и полицентричности в отношении территориального развития; мультимодальности в области развития транспортной инфраструктуры и принципа непрерывности в развитии природно-рекреационного каркаса.

The article is devoted to the choice of the strategy of spatial development of the city of Penza. Domestic experience of spatial development strategy application for the largest cities is considered, territorial and recreational resources, transport infrastructure of the city are analyzed. The strategy of spatial development of the city of Penza, based on the principles of compactness and polycentricity in respect of territorial development, multimodality in the field of transport infrastructure and the principle of continuity in the development of natural and recreational framework.

Ключевые слова: стратегия пространственного развития, градостроительство, компактный город

Keywords: spatial development strategy, urban planning, compact city

На сегодняшний день документы стратегического и территориального планирования являются обязательными для всех городов Российской Федерации. Однако практика и зарубежный опыт показывают, что одной из ключевых проблем в формировании стратегии российских городов является глубокий разрыв между стратегией социально-экономического и территориального развития города. Данное исследование является попыткой разработки стратегии пространственного развития для крупного города на примере города Пензы как инструмента интеграции градостроительного и социально-экономического планирования.

В настоящее время имеется логическое несоответствие на правовом и законодательном уровне, где документы территориального планирования муниципального образования (города) не входят в состав документов стратегического планирования на уровне муниципалитета, а документы стратегического планирования на уровне муниципального образования (города) не содержат вопросов пространственного развития города. Теоретический поиск решения проблемы привел к появлению нового типа документа – стратегии пространственного развития (СПР), которая определена в исследовании как «инструмент интеграции градостроительного и социально-экономического

планирования, содержащий выраженную градостроительную компоненту, разрабатываемый публичной властью при участии представителей различных групп интересов» [1].

СПР сегодня в большинстве случаев (Санкт-Петербург [2], Екатеринбург [3], Уфа [4]) является структурным элементом «стратегии развития» или «стратегии социально-экономического развития» города и не предусматривает разработку проектного предложения развития конкретных городских территорий, однако она формулирует подходы к проектным предложениям для тех территорий, развитие которых может быть стратегически важным для городов в целом в качестве «индикаторов развития» [5].

Для Пензы на сегодняшний момент Постановлением Администрации г. Пензы от 29.09.2017 № 1808 утверждена «Стратегия социально-экономического развития города Пензы до 2030 года» (далее Стратегия), Решением Пензенской городской думы от 28.03.2008 № 916-44/4 (с изменениями на 31.08.2018) утвержден Генеральный план города Пензы.

В Решении об утверждении Генерального плана 2008 г. указано, что территориальное планирование Пензы осуществлялось согласно целям развития города, прописанным в Стратегическом плане развития. Парадоксальным данное решение выглядит с учетом отсутствия

утверждённого на тот момент стратегического плана развития города.

Основными целями развития Пензы по Генеральному плану 2008 г. являются:

- Пенза – город устойчивого развития.
- Пенза – город стабильного качества жизни.
- Пенза – многофункциональный город.

Развитие функционально-планировочной структуры ставит перед собой задачи по повышению эффективности использования городских территорий за счет достройки ранее незавершенных кварталов, ликвидации кварталов ветхой застройки, комплексной реконструкции территорий с повышением плотности их застройки в пределах нормативных требований. Решение поставленных задач, по мнению разработчиков, должно способствовать приближению города к «среднеевропейским стандартам» [6]. По факту предлагалось освоение новых площадей в северо-западном направлении для размещения малоэтажной застройки и в западном направлении для многоэтажного строительства. В документе не уделено внимания вопросам пространственного развития города во взаимосвязи с пригородными территориями. Это привело к целому ряду проблем, связанных с появлением «Города-спутника» на границе с городом Пензой в юго-восточном направлении на бывших землях сельскохозяйственного назначения.

Анализ территориального развития Пензы на основе Генплана 2008 г. позволяет говорить, что город развивался экстенсивным путем за счет разрастания городских территорий при наличии резерва внутри города; неэффективно использовались имеющие экономическую ценность территории центральной и срединной зон. На сегодняшний день наблюдается серьезный дисбаланс между плотностью населения и распределением функций на городских территориях и неоднородность планировочной структуры. Особенно ярко этот дисбаланс наблюдается в районах Арбеково и «Город-Спутник». Здесь имеется высокая плотность населения, отсутствуют места приложения труда, обслуживание формируется в основном на повседневном уровне, наблюдается дефицит образовательных учреждений, развитие социальной инфраструктуры запаздывает по отношению к жилищному строительству. Центральный район города, напротив, имеет низкую плотность населения, так как жилая застройка здесь имеет локальный характер, но при этом высокую плотность общественных функций.

Срединная зона города имеет низкую плотность населения и слабо развитую социальную

инфраструктуру. Она представлена в основном малоэтажной и среднеэтажной (1950–1960-х гг.) застройкой. Площадь таких территорий в городе составляет 2959 га (10,2 % территории города). Обладая хорошей транспортной доступностью, данная зона может рассматриваться в качестве ценного территориального ресурса города.

К такому же ресурсу можно отнести и промышленные зоны города. Они получили свое наибольшее развитие во время Великой Отечественной войны, когда в город было эвакуировано большое количество предприятий. В советский период сформировались две крупнейшие промзоны: северная и южная, где были сосредоточены практически все предприятия города. С переходом на рыночную экономику не все производства сумели выжить, многие были закрыты, разделены на более мелкие или изменили свою специализацию. В настоящее время благодаря техническому прогрессу многие технологии значительно модифицировались и уже не требуют столько территорий для размещения. Таким образом, к настоящему моменту сложилась ситуация, когда значительные территории города (2924 га или 10,1 % территории города), зачастую имеющие хорошую транспортную доступность и являющиеся ценным территориальным ресурсом, неэффективно используются и не приносят пользы городу.

Градостроительные, планировочные и организационные решения последних десятилетий спровоцировали серьезный кризис транспортной инфраструктуры Пензы. Анализ интенсивности городского движения по GPS-трекам на основе «Народной карты» сетевой краудсорсинговой геоинформационной системы Яндекс, полученной за февраль–апрель 2019 г. в будни и выходные дни, показывает, что наибольшая нагрузка приходится на магистральные улицы общегородского значения (пр. Строителей, пр. Победы, ул. Суворова, ул. Пушкина, ул. Луначарского, ул. Окружная, ул. Терновского, ул. Антонова и ул. Чаадаева) и основные транспортные узлы центральной части города (перекресток ул. Суворова и ул. Кулакова, развязки «Памятник Победы» и «Глобус»). Также анализ интенсивности движения показывает отсутствие перераспределения трафика транспортных потоков при переходе на выходной день.

Проведенные наблюдения позволили выделить три «пика» нагрузки на транспортные коммуникации центральной части города: 7:30–9:00, 12:00–14:00 и 17:00–19:00. Основной причиной перегруженности улиц центральной части города является конфигурация УДС, создающая транзитные трафики через центр

города, а также возросший уровень автомобилизации. В настоящее время уровень автомобилизации в Пензе составляет 297 автомобилей на 1000 жителей. За последние 13 лет этот показатель увеличился в два раза. Количество легковых автомобилей на основных магистралях Пензы превысило 90 % от общего объема транспортных средств. Именно этот вид транспорта и в большей степени его резко возросшее в последнее время количество определяют интенсивность и скорость движения на городских улицах.

Наблюдается несоответствие плотности УДС требованиям современного города, неразвитость общественного транспорта, вело- и пешеходной инфраструктуры, неорганизованность парковочного пространства города. Существующая улично-дорожная сеть Пензы начала формироваться в XVIII–XIX вв. и окончательно сложилась в 70–80-е гг. XX в., в связи с этим профили значительной части магистральных улиц (красные линии, ширина дорожного полотна, тротуары, зеленые и технические зоны) не соответствуют действующим нормативам. СП 396.1325800.2018 «Улицы и дороги населенных пунктов. Правила градостроительного проектирования» рекомендуют шаг сети улиц и дорог населенных пунктов, определяющий размеры микрорайонов и кварталов, принимать: для магистральных улиц на территориях жилой многоквартирной застройки – 300–500 м; для улиц местного значения – 150–250 м (в зависимости от конкретной градостроительной ситуации). В Пензе эти показатели составляют 500–1000 и 300–500 м соответственно.

В городе не сформирован непрерывный природный каркас, озеленённые природные территории неравномерно распределяются по территории города, особый дефицит испытывают густозаселенные районы; практически отсутствуют отдельные элементы иерархической структуры природного каркаса города районного и микрорайонного уровня. Озелененные территории различного назначения имеют площадь 1016,5 га, что составляет 3,4 % территории города. Огромную роль в формировании природного каркаса города играют городские леса, занимающие территорию 9738 га, что составляет 33,5 % территории города. К сожалению, площадь зеленых насаждений города постоянно сокращается. С 2008 г. и по настоящий момент площадь лесопарков в Пензе сократилась на 131 га. Площадь городских лесов стала меньше на 63 га, а санитарно-защитных зон – на 308 га. Особую тревогу вызывают прибрежные территории реки Суры и ее притоков. Предыдущие этапы развития прибрежных терри-

торий, в первую очередь индустриальный период, оставили после себя негативный осадок в виде угнетенных ландшафтов, заброшенных зданий и сооружений, а также больших промышленных зон и крупных транспортных коммуникаций вдоль берега реки. Все это привело к ограничению доступа людей к воде, фрагментации прибрежных территорий, их экологической и эстетической деградации.

Анализ существующего положения Пензы, развивающейся по Генеральному плану 2008 г., показал, что город сегодня имеет неоднородную планировочную структуру. Это результат политики экстенсивного развития, который позволяет застройщикам осваивать периферийные территории из-за низкой стоимости земли. Итогом подобного освоения становятся жилые районы, не оснащенные должным количеством общественных функций и мест приложения труда; возникают транспортные проблемы и ухудшение экологической обстановки, увеличиваются издержки на устройство и эксплуатацию инфраструктуры. В настоящее время не уделяется должного внимания тем территориям, развитие которых может сформировать целостную городскую ткань. Модель экстенсивного развития, предложенная генеральным планом, является неустойчивой.

Стратегическое видение для города Пензы, сформулированное в Стратегии 2017 г., показывает, каким он должен стать к 2026 г.: «"Зеленый", простой и удобный для проживания европейский город с 550-тысячным населением, расположенный на границе Центра и Поволжья, специализирующийся на пищевой промышленности, логистике, деревообработке и "точных" производствах, располагающий подготовленными профессиональными кадрами». Стратегия определяет ряд задач в области развития архитектуры и градостроительства: стимулирование интенсивного градостроительного развития Пензы; формирование знаковых зон и уникальных объектов, создающих образ города; возрождение проблемных территорий; всемерное и грамотное решение транспортных проблем; усовершенствование инфраструктуры рынка недвижимости; совершенствование правового регулирования и нормативного сопровождения градостроительной деятельности; укрепление менеджмента в области градостроительства, архитектуры и рынка недвижимости; улучшение экологического климата города; сохранение образа самого «зеленого города», активное и современное благоустройство новостроек [7]. Однако она не формирует стратегии пространственного развития города, а следовательно, не может способствовать долговременным согласованным действиям различных

органов власти по решению определенных целей и задач в сфере городского развития.

В результате проведенного анализа и на основе изученного зарубежного и отечественного опыта предлагается Стратегия пространственного развития города Пензы, основанная на принципах компактности и полицентричности в отношении территориального развития; мультимодальности в области развития транспортной инфраструктуры и принципа непрерывности в развитии природно-рекреационного каркаса. С учетом действующего законодательства для придания юридической силы СПР предлагается рассматривать ее как составляющую Стратегии социального экономического развития города Пензы и, соответственно, исходить из стратегических целей и стратегического видения города Пензы, определенных данным документом.

Предлагается следующая структура СПР Пензы:

Блок 1. «Город Пенза – город устойчивой мобильности». Развитие транспорта.

Программа 1. «Уплотнение улично-дорожной сети»:

- целевой вектор – обеспечение связности городских территорий и города в целом путем развития надежной иерархически построенной системы улиц и дорог;
- стратегическое видение – формирование улично-дорожной сети, обеспечивающей оптимальные транспортные связи, увеличивающей возможности для перемещений и эффективного использования городских территорий.

Программа 2. «Развитие системы общественного транспорта»:

- целевой вектор – интегрированная, интермодальная система городского пассажирского транспорта, надежные пассажироперевозки, создание условий для повышения привлекательности использования пассажирского транспорта;
- стратегическое видение – формирование системы высокоэффективного и высококачественного общественного транспорта, которая позволит повысить доступность городских территорий при сокращении времени на передвижение и снизить долю индивидуального легкового транспорта, участвующего в городских перевозках.

Программа 3. «Создание вело-пешеходной системы»:

- целевой вектор – повышение пешеходной привлекательности города и ин-

тереса к немоторизованным видам транспорта, развитие мобильности на короткие расстояния;

- стратегическое видение – формирование непрерывной многофункциональной системы пешеходных пространств и велокоммуникаций, являющихся частью единой коммуникационной системы города.

Блок 2. «Город Пенза – компактный город». Развитие городских территорий.

Программа 1. «Агломерационное развитие»:

- целевой вектор – формирование компактной пространственной группы поселений, объединенных многообразными интенсивными связями в сложную многокомпонентную полицентричную систему;
- стратегическое видение – сдерживание развития агломерационных территорий, направленное на снижение дисбаланса между жилищным строительством и развитием социальной инфраструктуры, обеспеченностью местами приложения труда.

Программа 2. «Развитие резервных территорий в границах города»:

- целевой вектор – преобразование городских территорий и интенсификация использования их ресурсного потенциала при соблюдении принципов компактности;
- стратегическое видение – замедление процессов экстенсивного развития города путем уплотнения застройки, развитие новых функций на неэффективно используемых внутригородских территориях, имеющих наибольший потенциал к преобразованию.

Программа 3. «Полицентричное развитие города»:

- целевой вектор – формирование системы центров притяжения (центров активности) различных уровней, создающих равные условия для комфортного проживания на всех территориях города;
- стратегическое видение – развитие самодостаточных районов города, которые будут способствовать решению транспортных проблем, снижению уровня трудовых и бытовых суточных миграций.

Блок 3. «Город Пенза – город "зеленого" потенциала». Развитие городской среды:

Программа 1. «Организация непрерывного природно-рекреационного каркаса»:

- целевой вектор – сохранение и повышение качества уже существующих зеленых пространств, создание недостающих элементов зеленой сети, формирование единой непрерывной сбалансированной системы природно-рекреационных территорий;
- стратегическое видение – создание экологически благоприятного городского пространства, гармонично сочетающего природные и антропогенные компоненты, находящиеся в устойчивом равновесии.

Программа 2. «Формирование системы общественных пространств»:

- целевой вектор – формирование комфортной городской среды, отвечающей современным потребностям и запросам горожан и хранящей память места;
- стратегическое видение – формирование многоуровневой системы высококачественных общественных пространств увеличивающих экономическую жизнеспособность городских территорий, приносящих пользу экологии и являющихся центрами социальной активности.

Программа 3. «Выделение прибрежной территории реки как единой системы общественных пространств»:

- целевой вектор – выделение реки и ее прибрежных территорий как ключевого элемента природного каркаса города и важнейшего элемента системы общественных пространств города;

- стратегическое видение – создание непрерывного пронизываемого общественного пространства на прибрежных территориях реки Суры с разной степенью урбанизированности отвечающего принципам устойчивости.

В рамках стратегического направления «город Пенза – город устойчивой мобильности» предлагается увеличение плотности улично-дорожной сети и в первую очередь магистральной сети за счет появления новых магистральных улиц общегородского значения, в том числе окружных: 1-е транспортное кольцо – ул. Окружная – ул. Карпинского – ул. Луначарского – ул. Чаадаева – ул. Добролюбова – пос. 95-й кардон – ул. Ростовская – ул. Батайская; 2-е транспортное кольцо – ул. Стасова – пос. Ленинский лесхоз – пос. Дубрава – ул. 40 лет Октября – ул. Перспективная – пос. Ахуны – ж.-д. переезд – участок М-5 (после выноса за границы города). Данное решение позволит снизить нагрузку на центральный район города, повысить связность и доступность всех районов. Вместе с тем предусматривается снижение нагрузки на транспортную сеть города от грузового транспорта путем формирования двух транспортно-логистических зон на северном и южном въезде в город (рис. 1).

СПР предусматривает развитие мультимодальной системы общественного транспорта, включающей скоростные виды транспорта, такие как метробус (2-е транспортное кольцо) и легкорельсовый транспорт (на базе существующих веток железнодорожного транспорта).

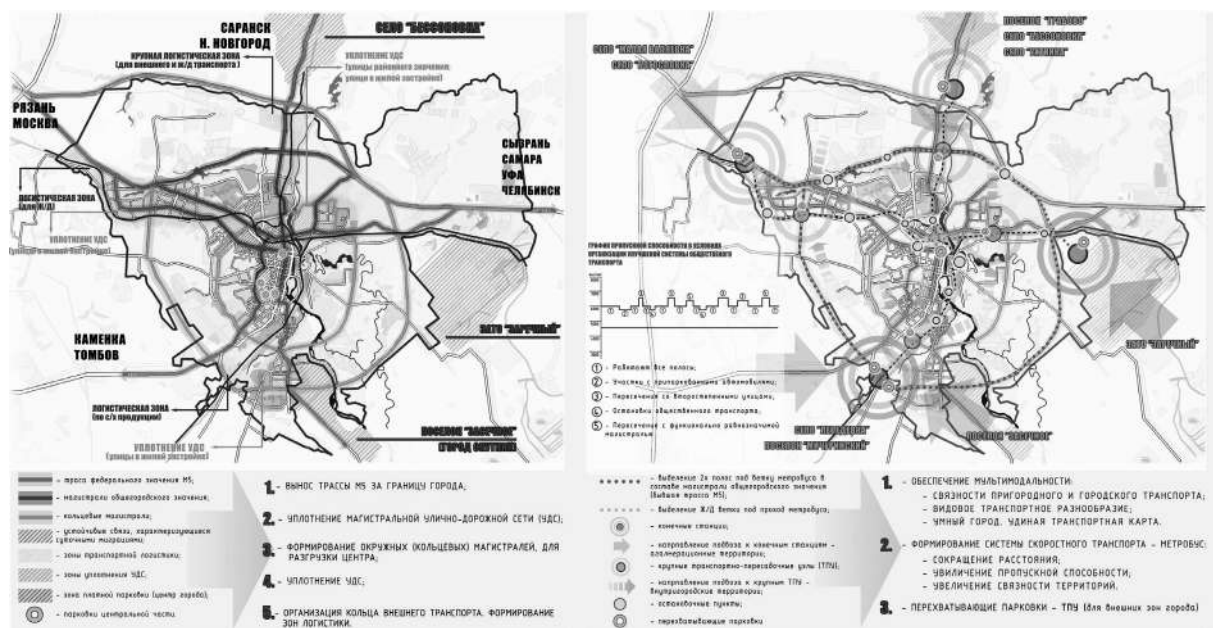


Рис. 1. Модель пространственного развития транспортной инфраструктуры города Пензы

Кроме того, предлагается увязка городского и пригородного транспорта в единую систему с формированием транспортно-пересадочных узлов на севере, востоке, юге и западе города. Развитие общественного транспорта также предполагает формирование системы пешеходных и велопешеходных коммуникаций, способствующих развитию мобильности на короткие расстояния.

В рамках стратегического направления «Город Пенза – компактный город» предлагается переход от экстенсивного развития территорий города к интенсивному: освоение резервных или неэффективно используемых территорий внутри города. Площадь внутренних резервов сопоставима с площадью территорий на юго-востоке города, предлагаемых для развития (рис. 2). Предлагается принять согласительный документ между субъектами Пензенской агломерации о временном замораживании освоения пригородных зон Пензы под жилищное строительство без опережающего развития транспортной и социальной инфраструктуры, формирования новых мест приложения труда.

Важным положением стратегии пространственного развития города Пензы является переход от моноцентричного развития к полицентричному. Формирование районных и локальных центров активности позволит снять нагрузку с центральной части города за счёт удовлетворения потребностей населения по месту проживания, а также будет способствовать уменьшению потребности в поездках на транспорте и развитию вело-пешеходных

сообщений. Таким образом, развитие территорий как самостоятельных районов будет способствовать решению транспортных, экологических и социальных проблем (см. рис. 2).

В рамках стратегического направления «Город Пенза – город “зеленого” потенциала» предполагается развитие городской среды, ориентированное на формирование непрерывного природно-рекреационного каркаса. Особое внимание предлагается уделить сохранению “зеленого пояса” города, а также развитию «малого зеленого пояса». Предлагается выделить главную водную артерию города р. Суру, являющуюся одним из ключевых элементов природного каркаса города, и ее прибрежные территории в единый планировочный элемент и рассматривать его как часть системы общественных пространств города. Здесь предполагается развитие пешеходной инфраструктуры; развитие велоинфраструктуры; формирование узлов функциональной активности различной тематической направленности; сохранение общего доступа к прибрежной территории; обеспечение непрерывности и проницаемости; создание условий для сохранения природного разнообразия (рис. 3).

Результаты исследования могут быть рассмотрены муниципальными органами власти в качестве предпроектных предложений для включения в состав стратегии социально-экономического развития города Пензы и корректировки Генерального плана. В дальнейшем необходимо выполнить более детальные исследования для уточнения отдельных параметров СПР.

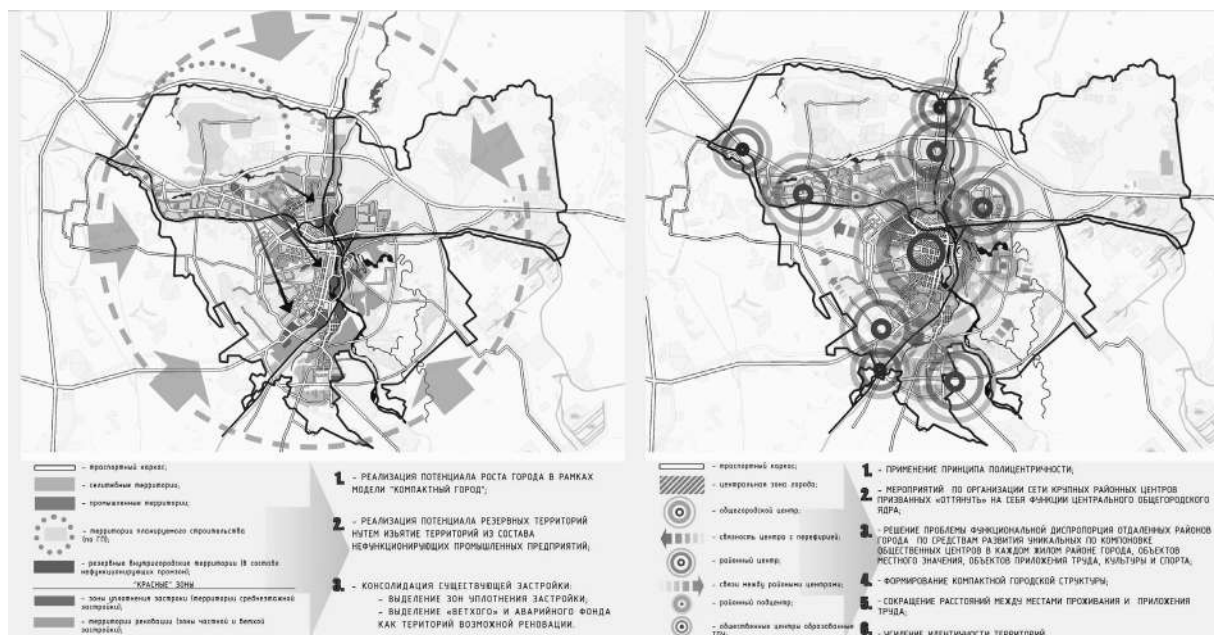


Рис. 2. Модель пространственного развития территорий города Пензы

Об авторах:

СОКОЛОВА Наталья Владимировна

кандидат архитектуры, доцент,
доцент кафедры градостроительства
Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства
Архитектурный факультет
440028, Россия, г. Пенза, ул. Г. Титова, 28
E-mail: sok.natali.2015@yandex.ru

SOKOLOVA Natalya V.

PhD in Architecture, Associate Professor
of the Urban Planning Chair
Penza State University of Architecture and Construction
440028, Russia, Penza, G. Titova str., 28
E-mail: sok.natali.2015@yandex.ru

ЛИТВИНОВА Яна Вячеславовна

магистр архитектуры
Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства
Архитектурный факультет
440028, Россия, г. Пенза, ул. Г. Титова, 28
E-mail: jnylichka@mail.ru

LITVINOVA Yana V.

Master's Degree Student
Penza State University of Architecture and Construction
440028, Russia, Penza, G. Titova str., 28
E-mail: jnylichka@mail.ru

Для цитирования: Соколова Н.В., Литвинова Я.В. К вопросу о стратегии пространственного развития города Пензы // Градостроительство и архитектура. 2020. Т. 10, № 2. С. 139–146. DOI: 10.17673/Vestnik.2020.02.19.
For citation: Sokolova N.V., Litvinova Ya.V.. On the Spatial Development Strategy of the City of Penza. *Gradostroitel'stvo i arkhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2020, Vol. 10, no. 2, Pp. 139–146. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2020.02.19.

Уважаемые читатели!

Испытательный центр «Самарастройиспытания» приглашает к сотрудничеству.

Основные направления деятельности Центра:

- проведение сертификационных испытаний строительной продукции в соответствии с закрепленной областью аккредитации
- испытание экспериментальных образцов строительной продукции
- испытание опытных образцов при постановке промышленной продукции на производство
- испытание зданий и сооружений в процессе приемки и эксплуатации
- испытание серийно выпускаемой продукции
- периодические испытания образцов, взятых в торговле
- контроль качества строительной продукции
- периодическая проверка состояния производства
- обследование зданий и сооружений
- выполнение судебных экспертиз в области строительства
- анализ состояния производства продукции
- разработка технических условий
- проведение аттестаций испытательных строительных лабораторий
- испытания по признанию иностранных сертификатов соответствия
- совершенствование методик испытаний
- освоение и внедрение новых стандартных методов испытаний
- организация повышения квалификации и аттестации сотрудников строительных предприятий и организаций
- участие в разработке нормативных документов

Руководитель *Зубков Владимир Александрович*

Контакты:

443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194, корпус 12 (АСА СамГТУ), каб. 315
тел./факс (846) 242-50-87, 242-32-84
E-mail: samstroyisp@gmail.com

В. Д. ФИЛИППОВ**ПРОИСХОЖДЕНИЕ СТРОЧНОЙ ЗАСТРОЙКИ****ORIGIN OF ZEILENBAU**

Последовательно описана история возникновения одного из видов градостроительной планировки, строчной застройки, получившей широкое распространение в поселениях Веймарской республики во второй половине 1920-х гг., и, благодаря CIAM, в 1950-1960-х гг. во всём мире. Обсуждаются предпосылки и условия появления, принципы и границы применимости в градостроительстве.

Ключевые слова: строчная застройка, фабричные поселения, город-сад, Альте Хайде, Фрайдорф, госпиталь Найтингейл, Георгсгартен, правило Хайлигенталля, Прютт-Айгоу

Строчная застройка является известным приёмом градостроительной композиции жилых районов, широко применявшимся в 1920-х гг. в Германии (и в градостроительстве советских конструктивистов), а затем в 1950-1960-х гг. во всём мире. В нашей литературе её описание было приведено в классической работе А.В. Бунина [1]. После периода забвения 1970-2000-х гг. она вновь в 2010-х вернулась в градостроительную практику. Появились работы, посвящённые условиям возвращения строчной застройки [2], месту в современном градостроительстве [3], анализу оригинала в сравнении с адаптациями [4] и преимуществам в благоустройстве [5]. Все начинают её историю с Гропиуса, Мая и Таута [1], но немецкие модернисты лишь массово её применили в реализованных проектах второй половины 1920-х гг., а перед тем было три четверти века её развития с окончательным формированием к середине 1920-х.

The history of the origin of one of the types of urban planning, line (zeilenbau) building, which was widespread in the settlements of the Weimar Republic in the second half of the 1920s is consistently described. The prerequisites and conditions of occurrence, principles and boundaries of applicability in urban planning are discussed.

Keywords: line building, factory settlements, garden city, Alte Heide, Freidorf, Nightingale hospital, Georgsgarten, Heilighenthal rule, Pruitt-Aygo

Поселения фабричных рабочих в Англии и России

Первоисточником идеи явно были рационализм и экономность строительства. Исторически первый её прототип – фабричное поселение Солтейр (Saltaire), построенное шерстяным фабрикантом Титусом Солтом (Titus Salt) для своих рабочих в Англии в середине XIX в. (рис. 1) [6]. На фоне бедственного положения рабочих это поселение со школой и больницей, где в жилищах были водопровод и канализация, революционным (сегодня это объект Всемирного наследия) и одной из предпосылок идеи города-сада. Но к 1920-м гг. оно было лишь примером сочетания максимума экономии пространства и минимума удобств, какие ещё можно было разместить. Этот «рационализм» возродился в 2010-х гг. в Самаре, в проектах «доступного» жилья, когда «провозглашаемые цели архитектурной программы (в данном

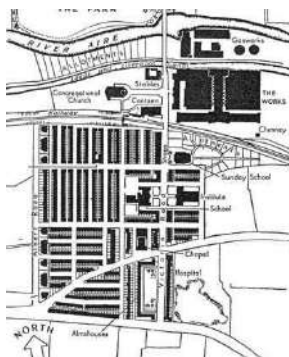


Рис. 1. Поселение Солтейр (Saltaire), Англия (1854-1968 гг., арх. Ф. Локвуд и Р. Моусон): план [6], аэрофотосъёмка 1955 г., задние дворы и проезд между домами сегодня (gettyimages.com)

случае – экономическая доступность жилищ) могут ... становиться проводником архаичных и бесчеловечных подходов» [7].

Похожие фабричные поселения для рабочих существовали и в России. Характерный пример – рабочие казармы Ярославской Большой Мануфактуры (ЯБМ) [8]. Здесь с 1880 по 1890 гг. купцы Карзинкины и Г.М. Игумнов (с английскими архитекторами и инженерами, которые до 1890 гг. руководили фабрикой), построили 10 жилых корпусов (два 4-этажных, семь 3-этажных, один 2-этажный), из них 8 предназначались для рабочих. Корпуса располагались в четыре ряда, в жилье были водопровод и электричество, центральное отопление и вентиляция (рис. 2). Тут были баня, колыбельня (ясли), начальная школа, библиотека, училище с театром на 1600 зрителей и больница. В Париже на Всемирной выставке 1900 г. казармы № 9 и № 10 за благоустройство были удостоены серебряной медали [9].

Эти поселения располагались рядом с производством и строились как своеобразное его продолжение: как на фабрике следовало беречь сырьё и материалы, так же в понимании дальновидных капиталистов следовало относиться и к рабочей силе – отсюда забота о санитарии, гигиене и удобствах для рабочих, поэтому казармы ЯБМ были едва ли не лучшими в дореволюционной России [9]. Но они не являлись полноцен-

ным жильём ни в социальном, ни в ином смысле. Расположение жилых зданий, как и зданий предприятия, подчинялось лишь экономичности прокладки инженерных коммуникаций.

Важнейшими шагами по превращению такой планировки в градостроительную концепцию стали реализованные одновременно два проекта: Альте Хайде (Alte Haide затем Alte Heide) в Мюнхене (Германия) и Фрайдорф (Freidorf) в Муттенце рядом с Базелем (Швейцария). Автором поселения Альте Хайде (1919–1927) был немецкий архитектор Теодор Фишер (Theodor Fischer), один из основателей в 1907 г. и первый председатель Веркбунда, член Немецкого общества городов-садов, строивший в 1909 г. вместе с другими архитекторами первый немецкий город-сад Хеллерау под Дрезденом. Автором поселения Фрайдорф (1919–1921) был швейцарский архитектор, впоследствии директор Баухауса, Ханнес Майер (Hannes Meyer). Проекты появились благодаря идее города-сада Эбенизера Говарда, популярной первые десятилетия XX в. Оба взяли за основу не градостроительные идеи Говарда, а его идею соединения города и сада – и по-своему успешно её реализовали.

Поселение «Альте Хайде» Теодора Фишера

В 1918 г. Теодор Фишер получил от крупных предприятий (Krauss-Maffei, BMW,



Рис. 2. Рабочие казармы Ярославской Большой Мануфактуры (1880-1890): карта 1911 г., фото 1900 г. [8]



Рис. 3. Теодор Фишер (1920-е гг., Werkbundarchiv, Berlin) и «Старая пустошь» (Alte Heide), Мюнхен (1919-1927 гг.). План [12], аэрофотосъёмка 1928 г. (Architekturmuseum, TU München)

Deutsche Reichsbahn и др.) и «Ассоциации по улучшению жилищных условий в Мюнхене» заказ на проектирование поселения под именем Gartenwohnpark (сад – жилой парк). Само название предполагало конкретное содержание. В дальнейшем создали «Некоммерческую строительную компанию Alte Haide (с 1920 г. – Alte Heide)», имя которой и стало именем поселения «Альте Хайде» (Старая пустошь) [10].

Фишером к тому времени был накоплен серьёзный опыт градостроительства: с 1893 по 1901 гг., возглавляя Бюро расширения Мюнхена, он разработал регламент развития города (Staffelbauordnung), действовавший с 1904 по 1979 гг. [10]. Фишер рассказывал впоследствии, что за счёт рядного расположения в Альте Хайде он добивался рациональной организации поселения в целом – для обеспечения в квартирах нужных удобств, организации дворов и даже предоставления каждой семье небольшого сада: «В отличие от этого, я строю дом на участке той же площади – 450 кв. м. Палисадник – я оставляю его; и если у меня такое же количество кубических метров, то я смогу получить 3 полных этажа с двумя четырехкомнатными квартирами. Но у меня еще есть сад 25 кв. м для каждой квартиры и пригодный для использования двор» [11].

Было построено 26 трёхэтажных домов с 786 квартирами площадью от 40 до 69 кв. м,

рассчитанных на 4000 жителей [6]. В квартирах были все удобства, за исключением ванной, сквозная вентиляция, и у каждой семьи был маленький сад, а у всего поселения – центральный парк. Но это была ещё не строчная застройка, а лишь побочный результат гуманной рационализации пространства. На плане (рис. 3) видим, что ориентация домов – северо-восток, т. е. в квартирах не хватало солнечного света.

Жилищное товарищество «Фрайдорф» Ханнеса Майера

Фишер знал и любил классический немецкий город, и его город-сад стал встроенным в этот город с его законами. Ханнес Майер в 1912–1913 гг. жил в Англии, изучал построенные Лечуэрт, Борнвилль и Порт Санлайт, познакомился с английским профсоюзным и кооперативным движением [14]. Поэтому, когда лидер швейцарского кооперативного движения Бернхард Ягги решил строить кооперативное поселение, в объявленном конкурсе 30-летний Майер победил профессора архитектуры из Базеля Ганса Бернулли. Его город-сад соответствовал идеям Немецкого общества городов-садов и был «в исключительной собственности сообщества, так что любые спекуляции с землей невозможны».

Позже Майер описал источник гармоничности этого поселения: «В 27 лет, во вре-

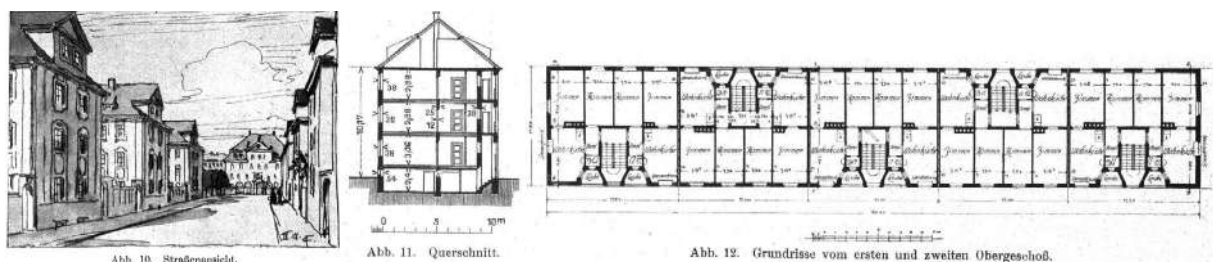


Рис. 4. Теодор Фишер: эскиз улицы поселения Альте Хайде и планировка жилого дома [12]

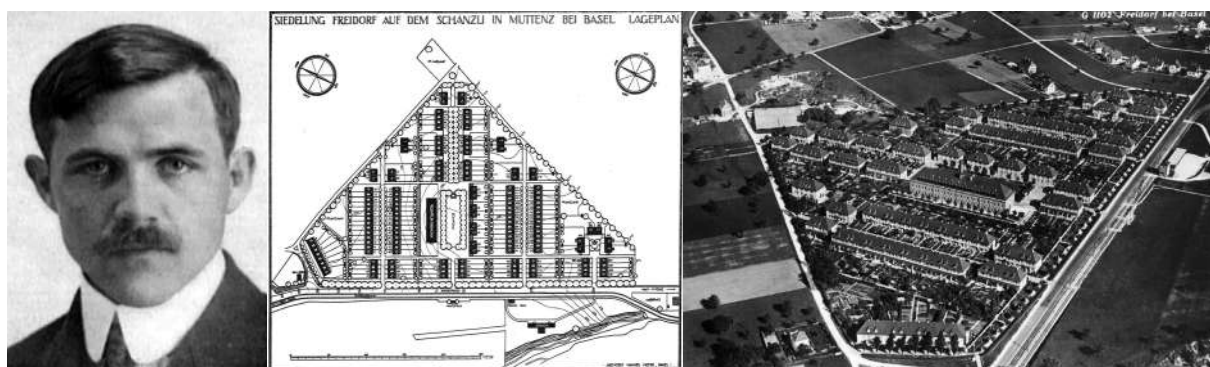


Рис. 5. Ханнес Майер, начало 1920-х гг. (SRF Kultur); план посёлка «Фрайдорф» (Freidorf), 1919 г. [13]; аэрофотосъёмка 1930-х гг. (architekturbasel.ch)

меня разнообразнейших строительных работ для большого немецкого концерна тяжелой промышленности, я в свободное от службы время воспроизвел в объединенном масштабе все основные чертежи Палладио в масштабе на 30 листах 420 x 594. Это ознакомление с Палладио побудило меня в моей первой градостроительной работе для Кооперативного союза Швейцарии (Базель, 1919–1921 г.) подчинить все здания посёлка единому архитектурному модулю. Все наружные пространства (площади, улицы и сады) и все общественные здания (школа, ресторан, магазины, зал для собраний) были благодаря системе модуля подчинены единому художественному принципу пространственной гармонизации» [15].

Большое внимание уделялось экономичности строительства, все типовые элементы (окна, двери, конструкции) были унифицированы (рис. 6). Но ещё более важным считалось создание сообщества жителей поселения. Майер не ограничился составлением планов и руководством строительством. В тесном сотрудничестве с Бернхардом Ягги он участвовал в решении всех вопросов совместной жизни: коллективная собственность на дома и землю; наследственные договоры аренды; совместное распределение взрослых на семь рабочих групп – образования, управления, безопасности, финансов, здравоохранения, технического обслуживания

и развлечений; добровольное управление недвижимостью кооператорами; обязанность бесплатно помогать в коммунальных работах; совместная покупка предметов удовлетворения повседневных потребностей; совместное страхование жизни, сбережений и текущих средств; начальное образование в собственной школе; продолжение обучения в кооперативной гимназии [14].

Для сообщества в центре поселения в 1924 г. был построен дом Товарищества (Genossenschaftshaus), где располагались школа, гимназия, магазин, большая коммерческая кухня, ресторан, зал собраний со сценой и комнаты для клубов, в его подвале был устроен боулинг. Здесь действовали: Народный хор, Фрайдорфский оркестр, три гимнастических и один теннисный клуб, клуб по разведению мелких животных и даже радиоклуб, где можно было научиться строить радиоприёмники. Перед домом Товарищества была спланирована центральная площадь поселения – площадь Товарищества (Genossenschaftsplatz), где на открытом воздухе происходили все общественные события (рис. 7), и она в свободное время превращалась в большую детскую игровую площадку. По замыслу Ханнеса Майера, сообществу должна была служить сама структура поселения: «Ячейки строений

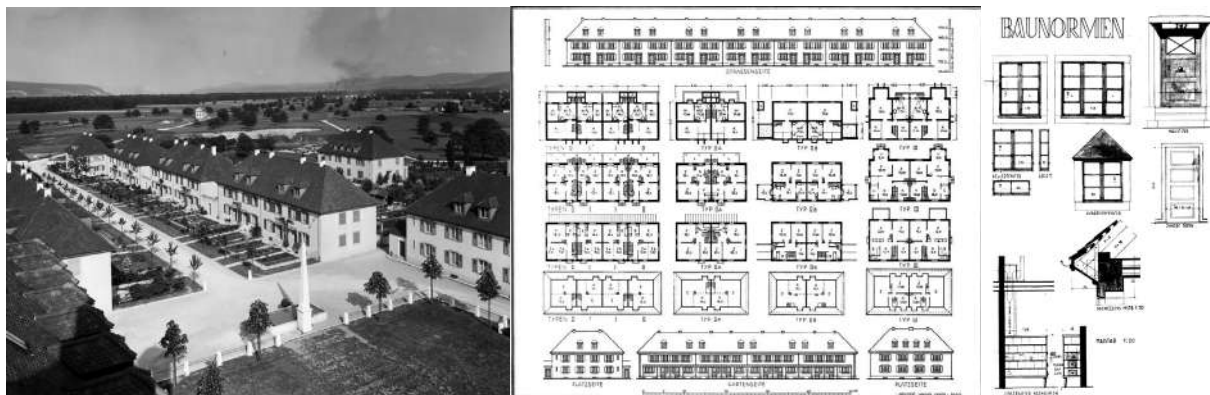


Рис. 6. Жилые дома кооператива «Фрайдорф» и часть площади Товарищества, их разновидности с планировками [13] и строительные нормы (architekturbasel.ch)



Рис. 7. Международный кооперативный конгресс 1921 г. (architekturbasel.ch), дом Товарищества (фотография 1924 г., thechanelhouse.org) и его чертежи [13]

(Zellenbau) в системе строчного строительства (Zeilenbausystem). Дорожной и инженерной базой оставалась старая Якобштрассе. Параллельно с этим строились дома, 150 многоквартирных домов, пронумерованы 1-150. 110 четырех-, 30 пяти-, 10 шестикомнатных домов с годовой арендой 850, 1100-1200, 1600 франков. Все спарены в зеркальном отображении и объединены в группы по два, четыре, восемь, четырнадцать. Блоки упорядочены по строкам или квадратам. Каждая строка – род без кровного родства и круг помощников верного соседства. И все строительные группы – это просто структурные вариации на тему товарищества» [13].

Вероятно, именно Ханнес Майер в своей статье 1925 г. [13] ввёл понятие «система строчной застройки» (Zeilenbausystem), термин, впоследствии сокращённый до «строчной застройки» (Zeilenbau). Но и это, из-за ориентации жилых блоков, ещё не была настоящая строчная застройка, хотя, благодаря расстоянию 25 м между двухэтажными домами, света для садов Фрайдорфа, видимо, хватало. Меридиональное расположение зданий впервые появилось не в жилищном строительстве, а в строительстве больниц ещё в XIX в.

Павильонный госпиталь Флоренс Найтингейл

Энтони Дензер провёл обобщающее исследование застройки с меридиональной и экваториальной ориентацией и, сравнив ориентацию экваториальных зданий (санатории начала XX в. и современные энергоэффективные дома) с ориентацией зданий в zeilenbau, обосновал их принципиальное различие [16]. Энергоэффективные здания ориентированы на запад-восток, фасадами на юг, чтобы энергии от солнца в течение года получать как можно больше, здания же строчной застройки (ориентация север-юг) в течение года получают не максимум энергии, а максимум всестороннего освещения. Дензер

не указывает прототипы этой ориентации домов в истории, но упоминает Ричарда Хобдея [17], по мнению которого прообразом строчной застройки стала архитектура госпиталей с «палатами Найтингейл». И этому предположению было найдено прямое подтверждение у Флоренс Найтингейл.

Флоренс Найтингейл (Florence Nightingale, 1820-1910) – легендарная британская сестра милосердия (12 мая, день её рождения, отмечается как Международный день медицинской сестры), с юности посвятила себя уходу за больными, организовав в Лондоне свою клинику. Считается основательницей современного ухода за больными и ранеными и медицинской статистики. Легендой стала во время Крымской войны (с другой стороны фронта такой же легендой тогда стал великий русский хирург Николай Пирогов), когда она со своими помощницами всего за полгода, путем реорганизации (во многом на свои же средства) госпиталей в Турции (Скутари) и в Крыму (Балаклава), с введением принципов гигиены сумела снизить смертность раненых от болезней с 42 до 2 %.

В 1859 г. Найтингейл, основываясь на своём опыте, опубликовала книгу «Заметки о госпиталях», где, опираясь на работы архитекторов и, прежде всего, Джорджа Годвина (George Godwin) (три его статьи из журнала «Строитель» (Builder) 1858 г. были полностью приведены в первом издании книги), предложила новую форму больничной палаты и новую планировку больниц и госпиталей (рис. 8) [18]. Уделив в книге основное внимание чистоте и свежему воздуху, она пишет: свет «уступает только свежему воздуху, и я склонна оценивать его важность для больных. Прямой солнечный свет, а не только дневной свет, необходим для быстрого выздоровления, за исключением, возможно, некоторых глазных и небольшого числа других случаев. Среди эффектов света я могу, исходя из своего опыта, отметить ощутимые факторы,

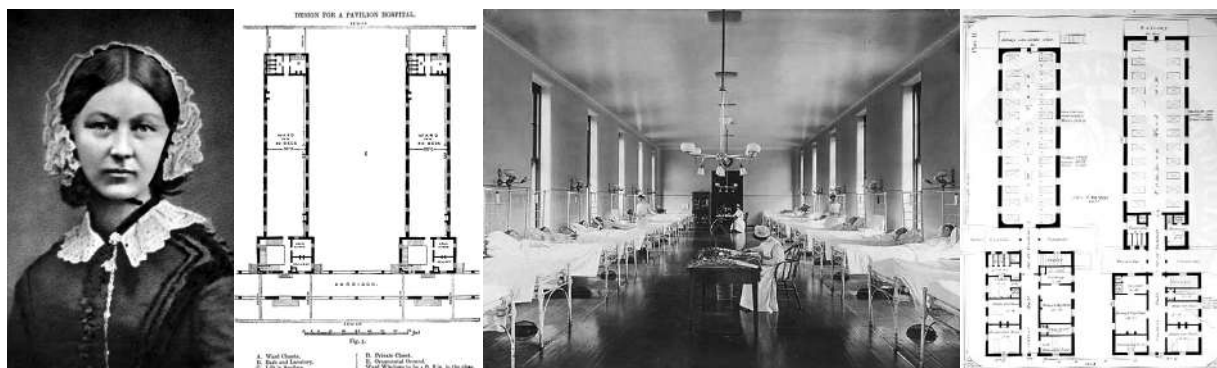


Рис. 8. Флоренс Найтингейл (фото 1860 г., wikipedia.org). Примерный план госпиталя (1858 г., арх. Джордж Годвин) [18]. Одна из палат госпиталя Джона Хопкинса (фото 1900 г.) и их планы (1889 г., арх. John R. Niernsee), Балтимор, США (mdhistoryonline.net)

способствующие восстановлению: способность видеть из окна, а не смотреть на мертвую стену; яркие краски цветов; способность читать в постели при свете из окна. Все больничные здания в этом климате должны быть возведены таким образом, чтобы как можно больше поверхности попадало под прямые солнечные лучи. Оконные жалюзи всегда могут смягчить свет палаты; но мрак темной палаты непоправим». И, наконец, главное: «Ось палаты должна быть как можно ближе к северу и югу; окна с обеих сторон, так что солнце должно светить (с момента, когда оно встает до времени, когда садится) с одной или другой стороны» [19].

Хотя два госпиталя, сходных с описанным Найтингейл, существовали в Англии и во Франции с конца XVIII в., её настойчивость в пропаганде клиник этого типа привела к тому, что такой их вид стал стандартным для всего мира вплоть до 1930-х гг. В неанглоязычных странах вместо «палат Найтингейл» (Nightingale ward) эта планировка получила название «павильонной», строили такие госпитали и в России (рис. 9) [20]. С 1870-х гг. павильонные госпитали начали строить в Германии: в Ганновере, недалеко от Целле, было

построено две такие клиники: городская Nordstadt (1891–1895) и больница грудных болезней Heidehaus (1906–1907) [21]. Архитектор Отто Хеслер, работавший в Целле с 1906 по 1933 гг., ещё с юности страдал бронхиальной астмой и во время Первой мировой войны получил тяжёлое газовое отравление [22], поэтому с высокой вероятностью можно предположить, что он не один раз воспользовался их услугами и заодно (так как сам он ничего подобного никогда не строил) обследовал их как профессиональный архитектор.

Поселение «Сад Святого Георгия» (Георгсгартен) Отто Хеслера

Целле был маленьким фахверковым провинциальным городом, о котором мало кто знал в немецких столицах и известность в архитектурных кругах он приобрёл благодаря Отто Хеслеру, построившему здесь в 1924–1925 гг. первое поселение раннего модернизма или «нового строительства» (neues bauen), разноцветный «Итальянский сад» [22]. Знания обладали выразительной, современной формой и не менее выразительной расцветкой, в остальном они были вполне традиционны. Также традиционным

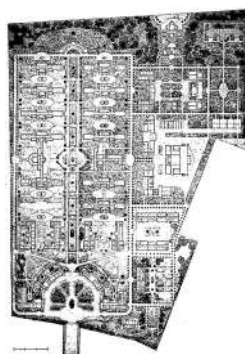


Рис. 9. Городская больница имени Петра Великого, г. Санкт-Петербург, 1914 г.: генеральный план, некоторые павильоны [20]

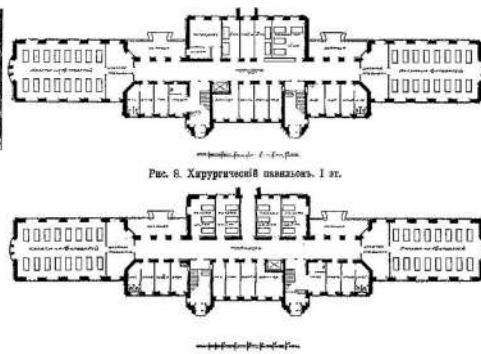


Рис. 10. Корпуса клиник СЗГМУ им. И.И. Мечникова сегодня (Google Earth)



Рис. 9. Городская больница имени Петра Великого, г. Санкт-Петербург, 1914 г.: генеральный план, некоторые павильоны [20] и корпуса клиник СЗГМУ им. И.И. Мечникова сегодня (Google Earth)

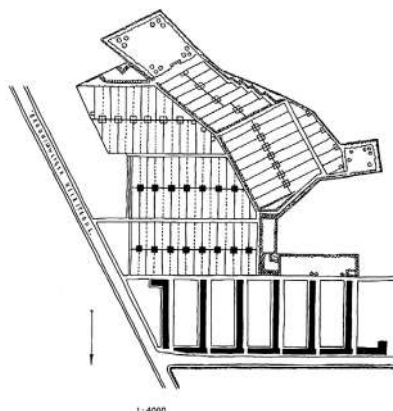


Рис. 10. «Георгсгартен» Отто Хеслера: план поселения [23] и его аэрофотосъёмка (Junkers Luftbild, 1928 г.)

было их расположение, рядами параллельно городской дороге – обычная рядная застройка или по-немецки *Reihenbau*. Но в следующей своей работе, поселении «Георгсгартен» (Georgsgarten, 1925–1926 гг.), Хеслер, по мнению современников, провёл «реорганизацию строительной мысли» [23].

И в первую очередь реорганизация произошла в градостроительстве. Ученик Петера Беренса профессор Генрих де Фрис так описал в журнале *“Die Form”* полученный результат (рис. 10):

«Существенным и решающим является принцип расстановки блоков. Наконец, большие массивы трехэтажных зданий не параллельны каким-то проложенным магистралям, но узкой стороной выходят на дорогу, вдоль которой тянутся только одноэтажные здания, содержащие магазины и другие коммерческие учреждения, фасад которых обращен на север. Таким образом, жильё не имеет прямого сообщения с дорогой, которой пользуются только эти коммерческие здания, но намеренно и последовательно отделено от неё в отдельных корпусах, ориентированных Север-Юг на расстоянии 40 метров друг от друга, стоящих перпендикулярно к этой пластичной обочине, образуя полностью открытые на юг к садам парковые дворы. ... Противоположный пример поистине впечатляющей градостроительной глупости можно наблюдать в застройке вдоль большой южной берлинской артериальной дороги к Темпельхофу – поскольку её жители постоянно связаны с почти непрерывным шумом днем и ночью, а также с пылью и другими неприятностями вчерашнего градостроительства» [23].

Градостроительному решению поселения вполне соответствовали и архитектурно-планировочные решения его зданий (рис. 11): «Таким

образом, принцип ранжирования и типизации может быть четко реализован, и может быть достигнута полная свобода для ориентации на солнце эркеров и окон, а также для садов и внутренних парков. Северные стены лестниц и эркеров, соответственно, закрыты. Хотя жилые помещения находятся на расстоянии всего 8 метров друг от друга, в то же время любые помехи со стороны соседа исключаются. Все спальни и кухни ориентированы на восток, все жилые комнаты и лестницы – на запад» [23].

Так в поселении Отто Хеслера «Георгсгартен» окончательно оформилась строчная застройка (*Zeilenbau*) из рядов жилых зданий, расположенных под углом (в частности, прямым) к городской дороге и имеющих меридиональную (север-юг) ориентацию. Кеннет Фремптон, назвав Хеслера «пионером строчной жилой застройки», далее пишет: «В 1924 г. в посёлке Георгсгартен, его второй работе в Целле, Хеслер развил образец строчной жилой застройки «Альте Хайде» Теодора Фишера (1919) в повсеместную систему: жилые дома, стоящие рядами на оптимальном расстоянии один от другого, обеспечивающем проникание солнца и вентиляцию» [24]. Исходя из описанного выше, с этой формулировкой вряд ли можно полностью согласиться. Поселение «Альте Хайде» Теодора Фишера было окончательно достроено лишь в 1927 г., да и сам он, будучи видным последователем Камилло Зитте, считал этот проект примером вынужденного послевоенным временем рационализма и оттого упоминал его лишь как такой пример. В силу близости (благодаря языку) немецких и швейцарских архитекторов влияние мог оказать реализованный в 1921 г. проект «Фрайдорф» Ханнеса Майера. Но самым вероятным источником сформировавшейся идеи можно считать пред-

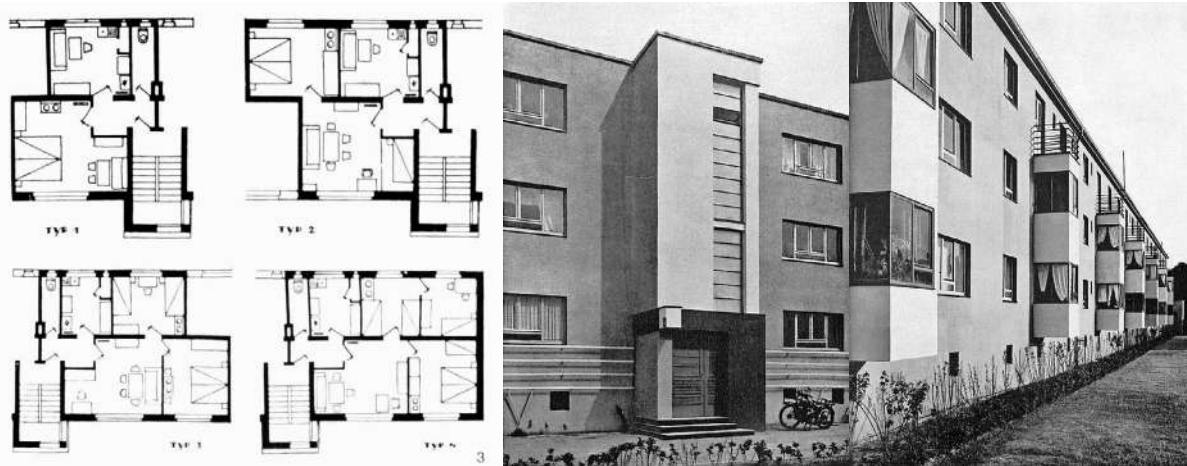


Рис. 11. «Георгсгартен» Отто Хеслера: планировки квартир, эркеры лестниц и эркеры спален [23]

ставления Хеслера о красивом, рациональном и гигиеничном жилье, основанные на расчётах стоимости строительства и личном (не всегда приятном) опыте, а также на его квалификации незаурядного практического архитектора.

Попытки теоретического осмысления

Так как Хеслер не дал теоретического обоснования (отметив только экономичность) своей градостроительной идеи, немедленно ставшей объектом всеобщего подражания, это попытались сделать другие архитекторы. Благодаря Ле Корбюзье и его книге «Лучезарный город», широко известна теория «гелиотермической оси», изложенная в книге французских архитекторов Огюстен-Рея, Барда и швейцарского астронома Пиду «Наука планировки городов», вышедшей в 1928 г. [1]. Выдвинутая из умозрительных предположений (если здание расположить не по оси юг-север, а по направлению на солнце в момент наивысшей температуры, то и нагрев его будет одинаковым с запада и востока), она ещё в 1930-е гг. была подвергнута критике за отсутствие доказательств. Французские исследователи в 2005 г. провели численное моделирование на основании данных, приведённых в книге, с теми же допущениями, что её авторы, и пришли к выводу, что наилучшим образом выравнивание температур фасадов происходит при ориентации север-юг, а отклонения приводят только к дополнительной асимметрии нагрева [25] – то есть доказали её научную несостоятельность.

Более конкретным, и оттого плодотворным, стало исследование видного немецкого градостроителя Романа Хайлигенталля (Roman Friedrich Heiligenthal, 1880-1951). Он с 1918 г. стал главным советником в администрации Берлина, отвечавшим за градостроительный кодекс

(регулятив 1925 г. [1]) и план развития города, был автором «Немецкого градостроительства» (1921) и «Берлинских градостроительных исследований» (1926), а с 1927 г. заведующим кафедрой градостроительства в Техническом университете Карлсруэ.

Его статья «Рядная застройка и строчная застройка» (Reihenbau und Zeilenbau) вышла в июне 1929 г. [26]. На основе опыта Хайлигенталль сформулировал эмпирическое правило (при условии угла наклона крыши менее 12°): для получения достаточного освещения солнцем даже зимой в домах меридиональной ориентации (север-юг) расстояние между их фасадами должно быть больше их высоты в 1,5 раза, в домах диагональной ориентации – в 2 раза и в домах широтной ориентации (запад-восток) – в 2,5 раза (рис. 12). В своей статье он уточнил его применимость для двух видов застройки: домами в ряд с двух сторон жилой проезжей улицы или Wohnstraße (рядная застройка или reihenbau) и домами в ряд с одной стороны подъездного (пешеходного) пути или Wohnweg (строчная застройка или zeilenbau). На основании этого исследования Хайлигенталль сделал выводы: с учётом инженерного обеспечения (дороги и канализация) ориентация север-юг всегда даёт лучшую экономию и лучшее использование земли; в 2-этажном строительстве всегда выгоднее рядная, а в 4-этажном и выше – строчная застройка; для небольших домов на одну или две семьи оптимально 2-этажное строительство и рядная застройка; для малых квартир, сдаваемых в аренду, оптимально 3- или 4-этажное строительство с рядной (для трех) или строчной (для четырех) застройкой и ориентацией север-юг. В любом случае у каждой квартиры есть свой сад (рис. 12), и благодаря ему можно уменьшить общественное про-

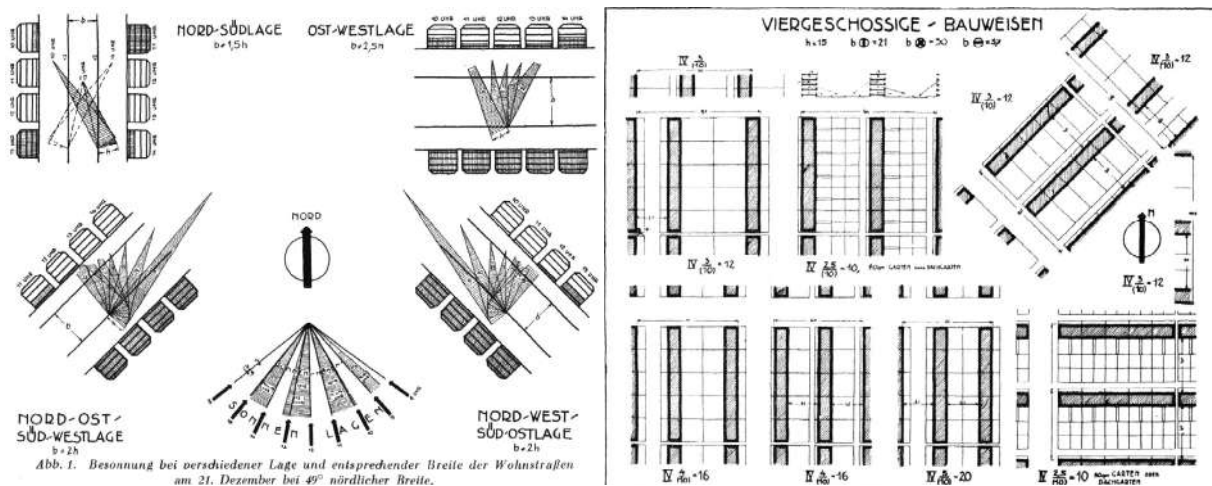


Рис. 12. Правило Хайлигенталля: методика определения освещения и пример 4-этажных зданий [26]

странство для прогулок. Потому Хайлигенталь крайне осторожно, в общих чертах, обсуждает дома выше 5 этажей, однако отмечая в таком случае увеличение издержек на дорожное строительство.

В ноябре 1930 г. в докладе на 3-м Конгрессе CIAM в Брюсселе Вальтер Гропиус не один раз сослался на правило Хайлигенталья. Доклад был опубликован в феврале в журнале «Новый Франкфурт» и в августе 1931 г. в «Швейцарской строительной газете» с названием «Мало-, среднеэтажное или высотное строительство?» (Flach-, Mittel- oder Hochbau?) (рис. 13) [27]. Благодаря CIAM и переводу книги Гропиуса (с изложением доклада) на русский язык, у нас поняли это так, что он «разработал приём «строчной застройки», при которой стандартные корпуса располагаются параллельными рядами» [29]. Это не так, и в своём докладе Гропиус лишь зафиксировал сложившиеся к тому времени изменения в немецком градостроительстве (рис. 14, Abb. 4-6). Новым был его вывод о ещё большей экономии земли (с соблюдением требований инсоляции) при многоэтажном строительстве (рис. 14, Abb. 7-8), которая, по расчётам, при переходе от 2-этажного к 10-этажному жилому зданию составляла едва ли не 40 % (рис. 14, Abb. 7-8, FALL 2).

Гропиус не ушёл от вопроса, что делать с детьми, лишёнными сада у дома: «хорошо

руководимые, гигиенически усовершенствованные детские сады (расположенные на зеленых участках между параллельными блоками) и ясли для самых маленьких (расположенные в садах на крышах) должны стать правильным решением этой задачи» [28]. И ещё про детей: «Безопасность лифтов следует увеличить так, чтобы дети могли пользоваться ими без всякого страха» [28]. Поэтому несмотря на то, что Вальтер Гропиус (со Стефаном Фишером) выиграл конкурс проектов поселения Хазельхорст в Шпандау (Берлин) – с такими зданиями и такой застройкой, с расстоянием между фасадами 100 м, что было приведено в докладе (рис. 14, Abb. 11), компания Gewobag для строительства поселения, сохранив его план, выбрала других архитекторов, разделив для них район на участки. Отто Бартнинг, Альфред Форбат, Пауль Эммерих и Пауль Мебес разработали свои проекты, и в 1930–1935 гг. район был застроен 4-этажными домами.

Заключение

Строчная застройка родилась в Германии в середине 1920-х гг. Эта планировка стала феноменом Веймарской республики, зафиксированной в 1919 г. в своей Конституции следующее: «Распределение земли и её использование находятся под контролем государства, которое предупреждает злоупотребления и стремится обе-

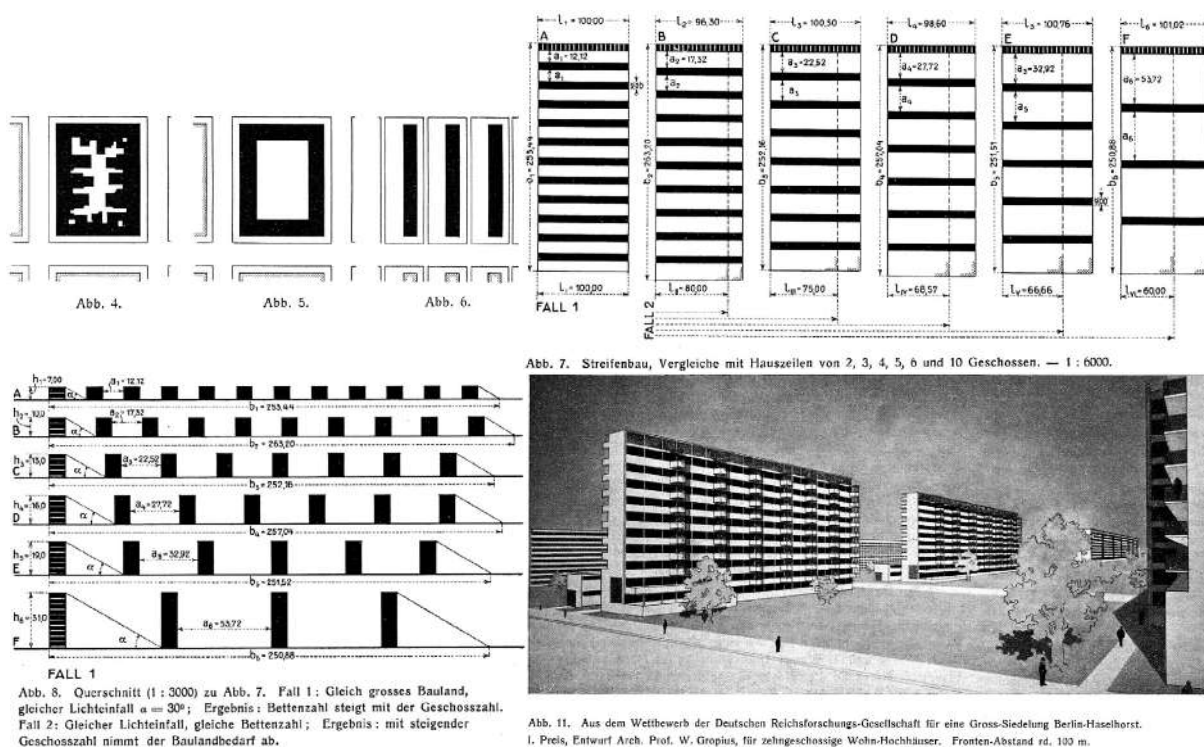


Рис. 13. Иллюстрации Вальтера Гропиуса к докладу на 3-м Конгрессе CIAM в Брюсселе [27]

спечить каждому немцу здоровое жилище, а всем немецким семьям, в особенности многодетным, домашний очаг и кров для работы, соответствующие их потребностям. ... Земля может быть принудительно отчуждена для удовлетворения потребности в жилище, содействия развитию поселений и для сельскохозяйственной обработки. ... Прирост стоимости земли, возникающий без вложения труда или капитала, должен быть обращен на общую пользу».

Это стало основой небывалого роста жилищного строительства в Германии, начиная с середины 1920-х гг. Так как средства у побеждённой в войну страны были ограничены, пришлось находить не только способы привлечения частного капитала [4], но и любые пути удешевления постройки жилищ. Сочетая рационализм промышленного строительства с идеями города-сада, строчная застройка, найденная (интуитивно из опыта, отчасти из расчётов стоимости строительства) Хеслером и обоснованная Хайлигенталем, стала одним из путей строительства экономного качественного жилья. Большинство новых поселений в городах Германии имели строчную застройку (Zeilenbau), и благодаря достигнутой этим (а также экономным размерам и планировкам жилищ) рационализации строительства лишь в Берлине с 1924 по 1932 гг. было построено 145000 новых квартир [30].

В дополнение к общему принципу «нового строительства», изложенному Вальтером Гропиусом, «Свет, Воздух и Возможность Движения» [27], можно сформулировать вполне конкретные принципы строчной застройки поселений Веймарской республики:

- блокированное строительство с ориентацией жилых блоков север-юг;
- жилые блоки малой и средней этажности, от двух до четырех этажей;
- глубина жилого блока не более чем в две комнаты, что обеспечивает не только солнечный свет в квартире в течение всего дня, но и возможность сквозной вентиляции;
- коммунальное обслуживание: центральное отопление, прачечная, детские сады, места для коммерческих предприятий и общественных мероприятий;
- наличие для каждой квартиры места под собственный сад.

Всё это вместе взятое и обеспечило градостроительную устойчивость поселений, многие из которых существуют в почти неизменном виде по сегодняшний день [31]. Но по мере того, как строчная застройка становилась массовой, стали проявляться её недостатки.

В дискуссии, которая развернулась в 1930 г., наиболее образно их обрисовал Адольф Бене: «Кажется, все поселение находится на рельсах. Оно может путешествовать по всему миру на своем меридиане, и жители всегда ложатся спать на востоке и проводят время на западе. Всегда есть понятие правильности, которое нельзя игнорировать в дальнейшей перспективе – поселение без привязанности не в порядке. Если равнина достаточно велика, строки застройки могут расходиться на километры к северу и югу. Это значит упаковать людей в ленту, но это не градостроительство. Это может стать градостроительством, если станет его средством, но не тогда, когда оно стремится занять его место» [32].

Несколько слов о причинах неудач строчной застройки в других странах, а именно в СССР и США. В СССР она появилась из первых рук от немецких архитекторов, приехавших строить советские города-сады, во главе с лидером такой застройки поселений немецких городов Эрнстом Маем. В работе [4] приведен перечень организационных причин, которые привели к негативной оценке работы бригады Мая в Советском Союзе, и примеры «усовершенствования» планировок зданий в проектах советских архитекторов. Строчная застройка Веймарской республики была органичным соединением рационализма промышленного строительства и идеи города-сада, а при советской индустриализации и трудовой мобилизации город-сад оказался излишеством – потому в этих реалиях строчная застройка вернулась к одному из своих истоков (что особенно видно у советских архитекторов) – к рабочей казарме. Но даже не это стало главной причиной негативной оценки реализованных здесь проектов. На неё есть указание в словах «ансамблевый подход» [4], но без пояснений. Суть в том, что строчная застройка – это планировка с дворами, открытыми на улицу. Так как от архитектуры требовался показ достижений социализма, а кроме сараев с дровами и мусором вокруг, на улицу, по которой организовывали шествия трудящихся по революционным праздникам, показать было нечего – поэтому с «демонстрацией достижений» справилась периметральная застройка, обращённая на улицу украшенными фасадами.

Неудачи строчной застройки в США прямо связаны с реализацией не исполненного в Германии предложения Вальтера Гропиуса о многоэтажном жилищном строительстве. Благодаря повышению к 1950-м гг. надёжности лифтов, «дети могли пользоваться ими без всякого страха», в построенных в 1950–1960-х гг. многоэтажных жилых комплексах [33] они стали удобным местом проявлений подростковой преступности.

Вынужденный из-за большой этажности отказ от садов привёл к превращению пространства возле зданий в обширный пустырь, что при вызванном исходом в пригороды кризисе американских городов стало причиной проявления преступности. Символом этих неудач стал жилой комплекс Прютт-Айгоу в Сент-Луисе, построенный в 1954–1956 гг. из тридцати трех 11-этажных (это, согласно Гропиусу, оптимальная высота) жилых зданий. Из-за невозможности решить социальные проблемы он был полностью снесён в 1972–1976 гг. В дальнейшем снесены практически все подобные жилые комплексы в США, а также в Великобритании и во Франции [33]. Некоторые, к примеру, Кокран Гарденс (построен в 1951–1953 гг., здания 6, 7 и 12 этажей) в том же Сент-Луисе, пережили в 1980-х реконструкцию, с привнесением ряда элементов поселений Веймарской республики: коммунальных прачечных, мест для коммерческих предприятий и общественных мероприятий и даже отдельных выходов у квартир на втором и третьем этажах [33]. Но даже такие меры при многомиллионной поддержке государства лишь отсрочили снос зданий. Последний жилой дом Кокран Гарденс был разобран в 2012 г. [33]. Такой стала американская цена ещё большей экономии земли при строительстве жилья.

Поэтому перед применением строчной застройки в современных условиях полезно вспомнить её лучшие образцы, проверенные временем, принципы их создания и условия появления, а также её неудачи в иных обстоятельствах. Отметив критику современников в период её расцвета, нужно ещё раз осознать: любая градостроительная планировка является лишь инструментом настоящего градостроительства и не в состоянии его заменить.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бунин А.В., Саваренская Т.Ф. Градостроительство XX века в странах капиталистического мира. Т. 2. М.: Стройиздат, 1979. 415 с.
2. Котенко И.А. Рационализм и примитивность строчной застройки: условия возвращения // Градостроительство и архитектура. 2014. № 3(16). С. 21–25.
3. Калабин А.В. Виды жилой застройки: современное состояние // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2017. № 4(35). С. 50–58.
4. Конышева Е.В. Солнце, воздух и дом для всех? Европейский опыт массового жилищного строительства и его советские вариации в годы первых пятилеток // Quaestio Rossica. 2016. Т. 4. № 3. С. 34–54.
5. Рекомендации по благоустройству дворовых территорий в Удмуртской Республике. Центр развития городской среды Удмуртской Республики. Ижевск, 2019. 119 с.
6. Krämer Steffen "Deutsche Unternehmer und ihre Arbeiterkolonien im 19. und frühen 20. Jahrhundert". Kunst Geschichte, 10 Sep 2010. URL: <http://www.kunstgeschichte-ejournal.net/99/>.
7. Кияненко К.В. Социальные стратегии архитектурного программирования // Innovative Project. 2017. Т. 2. № 1 (5). С. 54–68. DOI: 10.17673/IP.2017.2.01.6.
8. Богословский В.В., Иерусалимский Ю.Ю., Смирнова Ю.Б. Ярославская большая мануфактура. 2016. URL: <https://yarwiki.ru/article/1067/yaroslavskaya-bolshaya-manufaktura>.
9. Бородкин Л. И., Валетов Т. Я., Смирнова Ю. Б., Шильникова И. В. Не рублем единым: Трудовые стимулы рабочих-текстильщиков дореволюционной России. М.: РОССПЭН, 2010. 535 с.
10. München Baudenkmäler. Regierungsbezirk Oberbayern München (Stadt). Stand 03.10.2019. URL: http://geodaten.bayern.de/denkmal_static_data/externeddenkmalliste/pdf/denkmalliste_merge_162000.pdf.
11. Fischer Theodor, Sechs Vorträge über Stadtbaukunst. Druck und Verlag von R. Oldenbourg. München, 1922.
12. Gut Albert, Zwei neue Kleinwohnungsanlagen in München, Zentralblatt der Bauverwaltung, 1919, N.69, s. 410.
13. Meyer Hannes. Die Siedlung Freidorf: erbaut durch Hannes Meyer, Basel. Das Werk, 1925, 12, Heft 2, s. 39–51.
14. Schnaidt Claude. Hannes Meyer, Marxist and modernist (1889–1954), 1964. URL: <https://thechannelhouse.org/2013/08/10/hannes-meyer/>.
15. Мейер Ганнес. Как я работаю // Архитектура СССР. 1933. № 6. С. 34–35.
16. Denzer Anthony "Modern Architecture and Theories of Solar Orientation," 2014 ASES National Solar Conference Proceedings. URL: <https://anthony-denzer.squarespace.com/s/Denzer-ASES-2014-final.pdf>.
17. Hobday Richard "The Light Revolution: Health Architecture and the Sun" (Forres, UK: Findhorn Press), 2006
18. Nightingale Florence "Notes on Hospitals: Being two papers read before the National Association for the promotion of Social Science, at Liverpool, in October 1858", London: John W. Parker and Son, 1859, 128 p.
19. Nightingale Florence "Notes on Hospitals. Third Edition, Enlarged and for the most part Re-written". London: Longman, Green, Longman, Roberts, and Green, 1863, 187 p.
20. Ильин Л.А., Клейн А.И., Розенберг А.В. Современное больничное строительство в связи с постройкой городской больницы имени Петра Великого. СПб., 1911. 35 с.
21. Pavillonstil. Wikipedia. URL: <https://de.wikipedia.org/wiki/Pavillonstil>
22. Otto Haesler Initiative. URL: <http://otto-haesler-initiative.de/>
23. De Fries Heinrich "Organisation eines Baugedankens". Die Form, 1927, Heft 7, s.193–201

24. Фремpton Кеннет. Современная архитектура: Критический взгляд на историю развития / пер. Е.А. Дубченко; под ред. В.Л. Хайта. М.: Стройиздат, 1990. 535 с.

25. Amina Harzallah, Daniel Siret, Eric Monin, Julien Bouyer. Controverses autour de l'axe héliothermique: l'apport de la simulation physique à l'analyse des théories urbaines. Repenser les limites: l'architecture à travers l'espace, le temps et les disciplines, Aug 2005, Paris, INHA, France halshs-00573755

26. Heiligenthal Roman. Reihentbau und Zeilenbau // Zentralblatt der Bauverwaltung. 1929. № 24. S.381–386.

27. Gropius Walter. Flach-, Mittel- oder Hochbau? Schweizerische Bauzeitung, 1931, Bd. 98, Nr. 8, s. 95–101.

28. Гропиус Вальтер. Границы архитектуры. М.: Искусство, 1971. 286 с.

29. Иконников А.В. Гропиус Вальтер // Большая советская энциклопедия: в 30 т. / гл. ред. А. М. Прохоров. 3-е изд. Т. 7. М.: Советская энциклопедия, 1972.

30. Sethmann Jens. Das Neue Bauen der 20er Jahre: Zeitlose Moderne, MieterMagazin, 2006, 4/06. URL: <https://www.berliner-mieterverein.de/magazin/online/mm0406/das-neue-bauen-der-20er-jahre-zeitlose-moderne-040614.htm>

31. Филиппов В.Д. Эволюция строчной застройки: Даммершток, Карлсруэ, 1928-1929 гг. // Градостроительство и архитектура. 2015. № 4. С. 59-66. DOI: 10.17673/Vestnik.2015.04.8

32. Behne Adolf. Dammerstock, Die Form, 1930, Heft 6, S. 163-166

33. Филиппов В.Д. Сент-Луис и гибель архитектуры модернизма // Innovative Project. 2016. Т. 1. № 4. С. 13–23. DOI: 10.17673/IP.2016.1.04.2.

REFERENCES

1. Bunin A.V., Savarenskaya T.F. *Gradostroitel'stvo XX veka v stranah kapitalisticheskogo mira* [Urban planning of the XX century in the countries of the capitalist world]. Vol.2. Moscow, Stroyizdat, 1979. 415 p.

2. Kotenko I.A. Rationalism and primitivity of line building: conditions of return. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2014, no.3 (16), pp. 21-25. (in Russian)

3. Kalabin A.V. Types of residential development. The modern state. *Akademicheskij vestnik Uralnii-proekt RAASN*, 2017, no.4 (35), pp. 50-58. (in Russian)

4. Konysheva E.V. "Sun, air, and homes for all"? Soviet variations on european experiences of mass housing construction during the first five-year plans. *Quaestio Rossica*, 2016, Vol. 4, no. 3, pp. 34–54. (in Russian)

5. Recommendations for the improvement of domestic territories in the Udmurt Republic. Center for Urban Development of the Udmurt Republic. *Izhevsk*, 2019. 119 p.

6. Krämer S. Deutsche Unternehmer und ihre Arbeiterkolonien im 19. und frühen 20. Jahrhundert. *Kunst Geschichte*, 10 Sep 2010. Available at: <http://www.kunstgeschichte-ejournal.net/99/> (access 20 December 2019)

7. Kiyanenko K.V. Social strategies of architectural programming. *Innovative Project*, 2017, Vol. 2, no. 1 (5), pp. 54-68. DOI: 10.17673/IP.2017.2.01.6 (in Russian)

8. Bogoslovsky V.V., Jerusalemky Yu.Yu., Smirnova Yu.B. Yaroslavl Large Manufactory (in Russian), 2016, Available at: <https://yarwiki.ru/article/1067/yaroslavskaya-bolshaya-manufaktura> (access 20 December 2019)

9. Borodkin L. I., Valetov T. Ya., Smirnova Yu. B., Shilnikova I. V. Not a single ruble: Labor incentives for textile workers in pre-revolutionary Russia. M., ROSSPEN, 2010. 535 p. (in Russian)

10. München Baudenkmäler. Regierungsbezirk Oberbayern München (Stadt). - Stand 03.10.2019. Available at: http://geodaten.bayern.de/denkmal_static_data/externe_denkmalliste/pdf/denkmalliste_merge_162000.pdf (accessed 20 December 2019)

11. Fischer T. Sechs Vorträge über Stadtbaukunst. München: Druck und Verlag von R. Oldenbourg, 1922. 94 s.

12. Gut A. Zwei neue Kleinwohnmgsanlagen in München. *Zentralblatt der Baurerwaltung*, 1919, no.69, S.410.

13. Meyer H. Die Siedlung Freidorf: erbaut durch Hannes Meyer, Basel. *Das Werk*, 1925, 12, Heft 2, S. 39-51.

14. Schnaidt C. Hannes Meyer, Marxist and modernist (1889-1954), 1964. Available at: <https://thecharnel-house.org/2013/08/10/hannes-meyer/> (accessed 20 December 2019)

15. Meyer H. How I Work. *USSR Architecture*, 1933, no. 6, pp. 34-35. (in Russian)

16. Denzer A. Modern Architecture and Theories of Solar Orientation, 2014 ASES National Solar Conference Proceedings. Available at: <https://anthony-denzer.squarespace.com/s/Denzer-ASES-2014-final.pdf>

17. Hobday R. The Light Revolution: Health Architecture and the Sun. Forres, UK: Findhorn Press, 2006.

18. Nightingale F. Notes on Hospitals: Being two papers read before the National Association for the promotion of Social Science, at Liverpool, in October 1858, London: John W. Parker and Son, 1859. 128 p.

19. Nightingale F. Notes on Hospitals. Third Edition, Enlarged and for the most part Re-written. London: Longman, Green, Longman, Roberts, and Green, 1863. 187 p.

20. Ilyin L.A., Klein A.I., Rosenberg A.V. Modern hospital construction in connection with the construction of the Peter the Great City Hospital. - SPb. 1911, 35 p. (in Russian)

21. Pavillonstil. Wikipedia. Available at: <https://de.wikipedia.org/wiki/Pavillonstil> (accessed 20 December 2019)

22. Otto Haesler Initiative. Available at: <http://otto-haesler-initiative.de/> (accessed 20 December 2019)

23. De Fries H. Organisation eines Baugedankens. *Die Form*, 1927, Heft 7, S.193-201.

24. Frampton K. Modern architecture: a critical history. Oxford University Press, 1980. 324 p.

25. Harzallah A., Siret D., Monin E., Bouyer J. Controverses autour de l'axe héliothermique: l'apport de la simulation physique à l'analyse des théories urbaines. Repenser les limites: l'architecture à travers l'espace, le temps et les disciplines, Aug 2005, Paris, INHA, France halshs-00573755.

26. Heiligenthal R. Reihenaubau und Zeilenaubau. Zentralblatt der Bauverwaltung, 1929, no.24, S.381-386.

27. Gropius W. Flach-, Mittel- oder Hochbau? Schweizerische Bauzeitung, 1931, Bd. 98, no. 8, S. 95-101.

28. Gropius W. Frontiers of Architecture. M. Art; 1971, 286 p. (in Russian)

29. Ikonnikov A.V. Gropius Walter / Great Soviet Encyclopedia: in 30 tons / Ch. Editor A.M. Prokhorov. 3rd ed. Vol. 7. M., Soviet Encyclopedia, 1972. (in Russian)

30. Sethmann J. Das Neue Bauen der 20er Jahre: Zeitlose Moderne, MieterMagazin, 2006, 4/06. Available at: <https://www.berliner-mieterverein.de/magazin/online/mm0406/das-neue-bauen-der-20er-jahre-zeitlose-moderne-040614.htm> (accessed 20 December 2019)

31. Filippov V.D. Evolution of ribbon development: Dammerstock, Karlsruhe, 1928-1929. Vestnik SGASU. Town planning and architecture. 2015, no 4, pp. 59-66. DOI: 10.17673/Vestnik.2015.04.8 (in Russian)

32. Behne A. Dammerstock, Die Form, 1930, Heft 6, S. 163-166.

33. Filippov V.D. Saint Louis and the death of modernism architecture. Innovative Project. 2016, Vol.1, no.4, pp. 13-23. DOI: 10.17673/IP.2016.1.04.2 (in Russian)

Об авторе:

ФИЛИППОВ Василий Дмитриевич

ведущий инженер дирекции АСА СамГТУ
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
тел. (846) 339-14-59
E-mail: vasilf@mail.ru

FILIPPOV Vassily D.

Leading engineer
Samara State Technical University
Academy of Architecture and Civil Engineering
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244,
tel. (846) 339-14-59
E-mail: vasilf@mail.ru

Для цитирования: Филиппов В.Д. Происхождение строчной застройки // Градостроительство и архитектура. 2020. Т. 10, № 2. С. 147-159. DOI: 10.17673/Vestnik.2020.02.20.

For citation: Filippov V.D. Origin of zeilenbau. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2020, Vol. 10, no. 2, Pp. 147-159. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2020.02.20.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ И ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ



УДК 620.97; 621.365

DOI: 10.17673/Vestnik.2020.02.21

**А. И. ДАНИЛУШКИН
В. А. ДАНИЛУШКИН
В. Е. КРИВОШЕЕВ
М. А. МАКСИМОВА**

ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ МОДУЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ НАГРЕВА ВЯЗКИХ ЖИДКОСТЕЙ В ОБЪЕКТАХ ТРУБОПРОВОДНОГО ТРАНСПОРТА

ELECTROTECHNICAL MODULAR COMPLEX FOR HEATING VISCOUS LIQUIDS
IN PIPELINE TRANSPORT FACILITIES

Рассматривается проблема повышения эффективности установок для нагрева вязких жидкостей в процессе их транспортировки по трубопроводным системам. Поставленная задача решается за счет интенсификации процесса теплообмена между источниками тепла и нагреваемой жидкостью. Интенсифицировать процесс теплообмена в системах подогрева можно путем применения модульной системы нагрева. Каждый модуль состоит из индукционной нагревательной секции и индукционного смесителя. Смеситель устанавливается на выходе из нагревательной секции. Процесс перемешивания жидкости осуществляется индукционным смесителем специальной конструкции. Предложена методика расчёта температуры потока нефти в трубопроводе за индукционным нагревателем и после смесителя. Методика разработана на основе составления баланса тепловых потоков. Приведен расчет температурного распределения для многосекционного нагревателя, состоящего из нескольких индукционных модулей. Показано, что использование модульной системы позволяет существенно сократить массогабаритные показатели индукционного нагревателя и снизить энергозатраты на транспортировку жидкости.

The article discusses the problem of increasing the efficiency of installations for heating viscous liquids during their transportation through pipeline systems. The posed problem is solved by intensifying the heat transfer process between heat sources and a heated liquid. Intensify the heat transfer process in heating systems by using a modular heating system. Each module consists of an induction heating section and an induction mixer. The mixer is installed at the outlet of the heating section. The process of mixing the liquid is carried out by an induction mixer of a special design. A method for calculating the temperature of the oil flow in the pipeline behind the induction heater and after the mixer is proposed. The methodology was developed on the basis of a balance of heat flows. The temperature distribution for a multi-section heater consisting of several induction modules is calculated. It is shown that the use of a modular system can significantly reduce the overall dimensions of the induction heater and reduce energy costs for transporting liquid.

Ключевые слова: трубопроводный транспорт, электроэнергия, нагреватель, температура, теплообмен, регулирование мощности, энергоэффективность

Keywords: pipeline transport, electricity, heater, temperature, heat transfer, power regulation, energy efficiency

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-08-00212 А

Транспорт нефти и нефтепродуктов с использованием трубопроводной системы экономичнее, безопаснее и экологичнее перевозок другими видами транспорта, в частности в цистернах по железным дорогам. Выигрыш в себестоимости достигает 4-кратной величины, включая меньшие потери самой нефти.

Эффективность трубопроводной системы для транспортировки нефти и нефтепродуктов определяется рядом факторов, в числе которых находится вязкость перекачиваемой жидкости, которая оказывает существенное влияние на производительность трубопроводной системы и энергозатраты на перекачку [1–5]. Периодическим подогревом перекачиваемой среды можно понизить величину вязкости, снизив таким способом энергозатраты на перекачку и увеличив среднюю скорость движения нефти. Подогрев осуществляется различными способами. Наиболее надежным и экологически чистым способом подогрева высоковязких и высокостаивающих нефтей в настоящее время является электроподогрев.

В работах [6, 7] приводятся методики расчета, технические характеристики систем электрообогрева, даны рекомендации по их практическому применению. Однако приведенные методики и характеристики относятся к ограниченному классу нагревательных устройств, в которых в качестве источников тепла используются специальные греющие кабели, ленты и индуктивно-резистивные системы.

В работах [8–12] приводятся результаты исследования устройств косвенного индукционного нагрева вязких жидкостей. Показано, что низкая теплопроводность, высокая вязкость нефти и ограничения на максимальную температуру нагрева обуславливают необходимость применения многосекционных индукционных нагревателей, длина которых составляет 12–14 м при требуемой температуре на выходе 50–60 °С.

В связи с вышесказанным актуальной является задача повышения эффективности индукционных нагревательных устройств за счет интенсификации процесса теплообмена между источниками тепла и нагреваемой жидкостью. Интенсифицировать процесс теплообмена и таким образом повысить эффективность нагревательной системы можно либо путем создания турбулентности потока за счет высоких скоростей, либо путем перемешивания жидкости в нагреваемом потоке [13–16]. При практически реализуемых скоростях потока нефти в трубопроводных системах имеет место ламинарное течение жидкости [17]. Средняя скорость потока составляет 2,8–3,3 м/с, причем вследствие высокой вязкости скорость по сечению потока распределена существенно не-

равномерно. Высокая скорость в средней части потока быстро падает к стенкам трубы. Пристенные слои потока прилипают к стенкам, а значительная величина вязкости способствует высоким касательным напряжениям между слоями и их торможению. При таких условиях создать турбулентность не представляется возможным.

Наиболее целесообразным в создавшейся ситуации является разработка и применение модульной системы нагрева, состоящей из нескольких соединенных последовательно модулей.

Модуль состоит из индукционного нагревателя соленоидального типа, расположенного на трубопроводе, установленного после нагревателя трехфазного индуктора-двигателя и смесителя, осуществляющих перемешивание и нагрев жидкости после выхода её из нагревательной секции (рис. 1).

В результате перемешивания температура жидкости по сечению потока усредняется и на входе следующего модуля температура пристенного слоя жидкости оказывается значительно ниже, чем температура стенки трубы. Таким образом обеспечивается более интенсивная теплоотдача в жидкость. При этом вся энергия, подведенная к индуктору смесителя, в конечном итоге также преобразуется в тепло, обеспечивая дополнительный нагрев жидкости.

Рассмотрим этот процесс на примере нефти, имеющей существенно нелинейную зависимость вязкости от температуры [3, 4].

В поперечном сечении трубы скорость $v(r)$ потока неравномерная и её величина, кроме вязкости, определена ламинарным режимом течения [3,5].

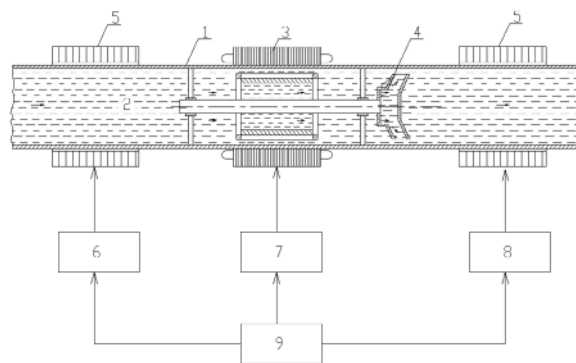


Рис. 1. Схема индукционного модуля с последовательным соединением секций:

1–труба; 2 – нагреваемая жидкость; 3 – трехфазный индуктор; 4 – смеситель; 5 – индуктор нагревательной секции; 6, 7, 8 – источники питания; 9 – система управления

$$v(r) = \frac{1}{\mu} R_0^2 [1 - (r/R_0)^2] \frac{\Delta P}{l}.$$

Здесь $v(r)$ – распределение скорости по радиальной координате, м/с; l – длина исследуемого участка; μ – динамическая вязкость, Па·с; R_0 – внутренний радиус трубы; r – текущий радиус по сечению потока жидкости, м; $\frac{\Delta P}{l}$ – линейные потери давления в нефтяной трубе, Па/м. Средняя скорость $v_{\text{ср}} = 0,5v_{\text{макс}}$. Максимальная скорость $v_{\text{макс}}$ формируется на оси трубы. На рис. 2 представлены эпюры скорости ламинарно текущей нефти в зависимости от температуры. Поток равномерно разогрет и, следовательно, имеет одинаковую вязкость.

Прогрев перекачиваемой нефти от стенки трубы усложняется теплофизическими особенностями потока. Пристенные слои движутся с низкими скоростями.

В противоположность турбулентному движению конвективный теплообмен в радиальном направлении при ламинарном течении отсутствует. Отвод теплоты от стенок трубы к её оси происходит в результате кондукции. Коэффициент кондукции нефти (теплопроводность λ), мазута, других вязких нефтепродуктов низкий [18–20].

Передача тепла от стенки трубы в радиальном направлении потока нефти из-за низкого коэффициента теплопроводности незначительна, вследствие чего пристенный слой

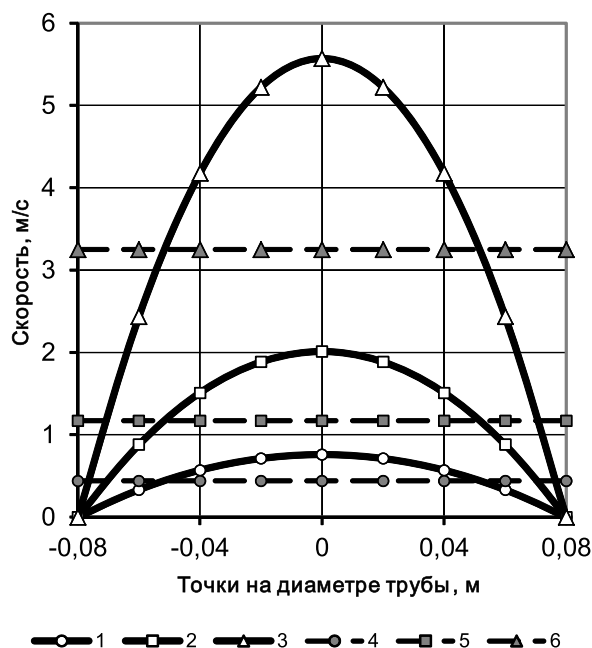


Рис. 2. Радиальная и средняя скорости потока
эпюры скоростей: 1 – $t = 20$ °C; 2 – $t = 30$ °C; 3 – $t = 40$ °C;
средние скорости: 4 – $t = 20$ °C; 5 – $t = 30$ °C; 6 – $t = 40$ °C

жидкости перегревается. В нём начинается образование паров нефти, её легкокипящих составляющих. Однородность, сплошность потока нарушается. По этой причине на температуру стенки трубы накладывается ограничение. Она не должна быть выше 100 °C. Это ограничение существенно влияет на интенсивность теплопередачи, приводит к необходимости увеличивать площадь теплообмена за счет длины нагревательной системы.

Нестационарный процесс нагрева неподвижного плоского слоя нефти в трубе через её стенки описывается уравнением теплопроводности вида [21, 22]:

$$\frac{\partial T(X, Fo)}{\partial Fo} = a \frac{\partial^2 T(X, Fo)}{\partial X^2}.$$

Здесь $X = x/2R$ – безразмерная радиальная координата;

$T(X, Fo) = \frac{t_{\text{cm}} - t}{t_{\text{cm}} - t_0}$ – безразмерная температура нефти;

$t, t_{\text{ст}}, t_0$ – соответственно температура нефти по координате X , слоя, касающегося стенки трубы, и начальная; $F_0 = a\tau/2R$ – критерий Фурье; a, τ – коэффициент температуропроводности нефти и время прогрева слоя соответственно.

Краевые условия: $F_0 = 0$; $T = 1$; $X = 0$; $X = 1$; $T = 0$.

Задача решалась методом разделения переменных Фурье [23].

Полученное аналитическое решение представляет бесконечную сумму знакопеременного убывающего ряда вида

$$T(X, Fo) = 2 \sum_{k=1}^{\infty} \left[\frac{1 - \cos k\pi}{k\pi} \sin(k\pi X) \cdot \exp[-(k\pi)^2 Fo] \right].$$

Результат решения представлен графиками на рис. 3.

В конце первой секунды нагрева нефти с начальной температурой $t = 20$ °C при постоянной температуре $t_{\text{ст}} = 100$ °C стенки трубы прилегающий неподвижный слой прогревается на глубину 0,005 м. Диаметр трубы 0,16 м. Центральная часть потока, ядро, останется холодной с высоким значением вязкости.

Полученные температурные распределения используются для построения поля скоростей в трубопроводе непосредственно за нагревателем (рис. 4). Здесь графики 1, 2 – соответственно поле скоростей и средняя скорость при нагреве нефти от стенок трубы, 3, 4 – соответственно поле скоростей и средняя скорость нефти, равномерно разогретой до 20 °C.

Как следует из графика 1, разогретая от стенок трубы нефть имеет такую же скорость в центральной части потока, что и холодная нефть.

Поля скоростей 1-го и 3-го потоков совпадают почти по всему сечению трубы. Только у стенки трубы проявляется значительное увеличение скорости вследствие разогрева нефти от стенок трубы (график 1). Максимальная скорость у стенки трубы составляет 2,1 м/с. Такое существенное различие возникает благодаря сильному снижению вязкости возле стенки трубы. Как следует из анализа графиков и проведенных расчетов, подогрев нефти за счет тепла, выделяемого в стенке трубы индуцированными электромагнитным полем вихревыми токами, обеспечивает среднюю скорость 2-го потока, превышающую среднюю скорость 4-го потока нефти, равномерно разогретой до температуры 20 °С. В то же время количество тепла, затраченного на нагрев нефти от стенок трубы, значительно меньше, чем для нагрева потока по всему сечению. Это обстоятельство подтверждает целесообразность применения подогрева пограничного слоя нефти. Так, при одном и том же расходе нефти поверхностный подогрев с помощью индукционных нагревателей по сравнению с равномерно нагретой по всему сечению нефтью количество энергии на подогрев в 3,5 раза меньше.

Схема индукционного смесителя представлена на рис. 5.

На трубе 1 расположен трехфазный индуктор 2, выполненный по принципу асинхронного электродвигателя с полым ротором. Установленный на валу ротора лопастной смеситель 6 разделяет поток на три части. Холодное ядро потока 5 входит в окно смесителя и по лопаткам, расположенным под углом к оси трубы, попадает в разогретый пристенный слой 3. Происходит смешение потоков 7, температура пристенного слоя снижается. Центральная часть потока 4 омывает снаружи наклонные лопатки ротора. За лопатками, в кормовой зоне за ротором, центральная часть 8 потока перемешивается с только что образовавшейся смесью в пристенной области.

Нефть с усреднённой за счёт смешения трёх потоков температурой движется к следующему подогревателю. Получаемая температура в потоке жидкости за ротором зависит от соотношения расходов и температур по выделенным трём потокам перед ротором. Размер пристенного слоя – кольца 3 – определяется глубиной кондуктивного прогрева нефти и составляет для рассматриваемой конструкции 0,01 м.

Размер слоя в ядре потока 5 зависит от радиуса входного окна ротора. Как показали исследования, оптимальный радиус входного окна ротора должен составлять не менее 0,25 радиуса трубы, т. е. 0,02 м.

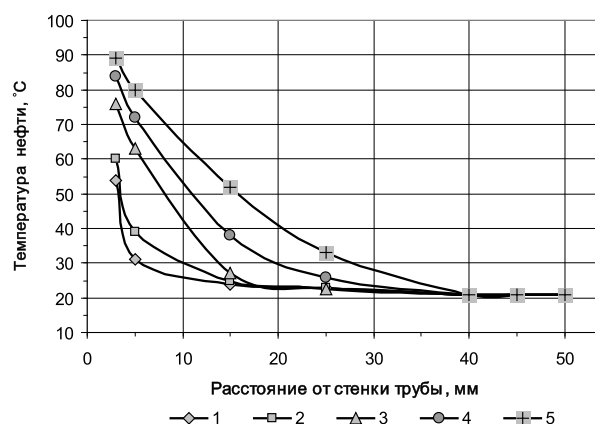


Рис. 3. Распределение температур в пристенном слое нефти:
1 – 1 с; 2 – 1 мин; 3 – 0,125 ч; 4 – 0,25 ч; 5 – 0,5 ч

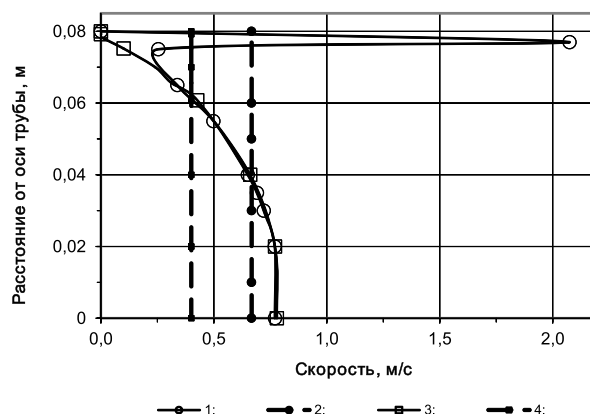


Рис. 4. Распределение скорости нефти в трубе за нагревателем: 1 – нагрев от стенки трубы; 3 – $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$; средние скорости: 2 – нагрев от стенки трубы; 4 – $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$

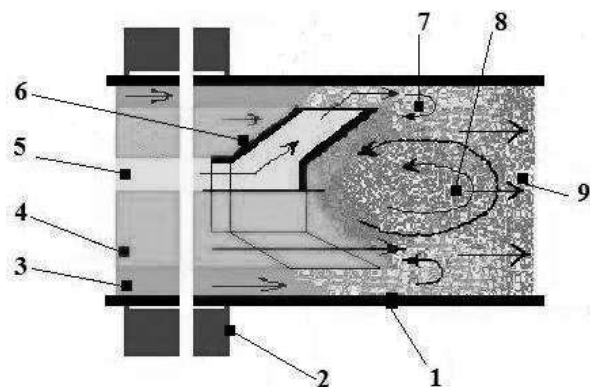


Рис. 5. Схема потоков жидкости в трубе со смесителем: 1 – труба; 2 – трехфазный индуктор; 3 – пристенный слой; 4 – центральная часть потока; 5 – ядро холодного потока; 6 – смеситель; 7 – смешение ядра и пристенного потока; 8 – вторичное перемешивание; 9 – поток нефти после перемешивания

Расчёт средней температуры потока нефти в трубопроводе после смесителя выполнен на основе составления баланса тепловых потоков.

Массовые расходы для каждого из участков потока определяются скоростью и площадью сечения. Пропорционально трём сечениям потока массовый расход $G_{тр}$ нефти в трубопроводе разделился на три величины

$$G_{тр} = G_{ст} + G_{я} + G_{к'}, \text{ кг/с.}$$

Тепловой баланс потока нефти в трубе

$$G_{тр} \cdot c_p \cdot t_i = G_{ст} \cdot c_p \cdot t_{ст} + G_{я} \cdot c_p \cdot t_{я} + G_{к'} \cdot c_p \cdot t_{к'}, \text{ кДж/с.}$$

Из условия баланса определяется средняя температура t_i массы нефти после смесителя.

Используя приведенные зависимости, при известном ограничении на температуру стенки трубы рассчитано температурное распределение в потоке нефти для нагревателя, состоящего из нескольких модулей. Температура стенки трубы поддерживается на постоянном уровне – 100 °С. Требуемая по технологии средняя температура нефти на выходе из нагревателя должна быть на уровне 50–60 °С. На рис. 6 приведены результаты расчета по приведенной методике температурных распределений в процессе нагрева нефти в многосекционном индукционном нагревателе. Здесь представлены соответственно графики температуры 1 пограничного слоя, средней температуры 2 пристенного слоя и средней температуры 3 при нагреве нефти до предельно допустимой температуры 95 °С. На оси абсцисс графика в точках 0 – 1 показана холодная нефть в трубопроводе перед подогревателем, точка 1 – вход в подогреватель. Точки 2; 3,5; 5; 6,5; 8; 9,5; 11; 12,5 соответствуют выходам из индукторов подогревателя. Точки 2,5; 4; 5,5; 7; 8,5; 10; 11,5; 13 соответствуют выходам из смесителей. Температура потока нефти, отдельные слои которого перемешаны смесителем, показана жирной линией с квадратиками рассчитанных точек. Синусообразная линия с кружками рассчитанных значений температуры в точках абсциссы 2; 3,5; 5; 6,5; 8; 9,5; 11; 12,5 описывает поведение температуры нефти в точке, соответствующей радиусу поверхностного слоя после прохождения индукторов перед входом в смесители. Пунктирная линия 2 с треугольниками точек показывает среднюю температуру пристенного слоя нефти за индукторами.

Возрастающая часть графика 1 характеризует интенсивность нагрева пограничного слоя нефти при прохождении через индукционный нагреватель, точка минимума на ниспадающей части графика 1 – среднюю температуру после смешения пограничного слоя и ядра потока. График 3 характеризует среднюю температуру

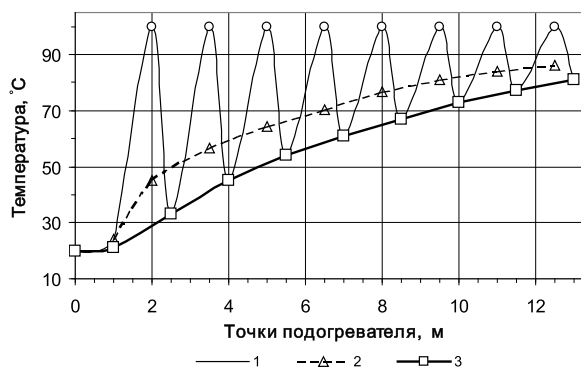


Рис. 6. Температурное распределение в потоке нефти по длине нагревателя: 1 – на границе со стенкой трубы; 2 – средняя температура пристенного слоя; 3 – средняя температура потока

нефти в процессе прохождения потока через многосекционный нагреватель. Как следует из полученных результатов, применение индукционных смесителей позволяет сократить количество секций и длину нагревательной системы на 15–20 %.

Выводы. С помощью предложенной методики исследованы термогидравлические процессы в нагревательном модуле, состоящем из индукционного нагревателя и индукционного смесителя. Полученные расчеты температуры и поля скоростей в потоке вязкой жидкости показали, что вследствие высокой вязкости и низкой теплопроводности нефти при строгом ограничении на температуру теплоносителя глубина прогрева потока нефти незначительна. Для повышения эффективности передачи тепла в последующих секциях нагревателя необходимо поддерживать температуру пристенного слоя потока нефти на минимальном уровне на входе в каждую последующую нагревательную секцию. Это можно сделать путем перемещения внутреннего, «холодного», слоя в потоке жидкости во внешний, пристенный слой, что приводит к снижению температуры жидкости на входе в очередную нагревательную секцию и, как следствие, к увеличению температурного напора. С этой целью на выходе нагревательной секции устанавливают смеситель специальной конструкции, перемещающий холодную центральную часть потока к стенке нагревателя. Показано, что наиболее эффективным является использование трехфазного индукционного устройства на базе асинхронного электродвигателя, совмещающего функции привода вращения ротора смесителя и нагревателя. Приведенные результаты расчета температурных распределений в процессе нагрева нефти в многосекционном индукционном нагревателе, содержащем несколько индукцион-

ных модулей, подтверждают целесообразность применения предложенной в работе модульной системы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Губин В.Е., Губин В.В. Трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. М.: Недра, 1982. 296 с.
2. Трубопроводный транспорт нефти: сб. науч. трудов. Уфа: ВНИИСПТнефть, 1987. 136 с.
3. Тугунов П.И. Нестационарные режимы перекачки нефтей и нефтепродуктов. М.: Недра, 1984. 224 с.
4. Надиров Н.К., Тугунов П.И. Трубопроводный транспорт вязких нефтей. Алма-Ата: Наука, 1985. 146 с.
5. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача. М.: Энергоиздат, 1981. 416 с.
6. Конесев С.Г., Хлюпин П.А., Садиков М.Р. Анализ эффективности применения нагревательных систем при перекачке вязких нефтей // Электропривод, электротехнологии и электрооборудование предприятий: сб. науч. тр. III Всерос.науч.-техн. конф. (с межд. уч.). Уфа: УГНТУ, 2011. С. 211–218.
7. Струпинский М.Л., Хренков Н.Н., Кувалдин А.Б. Проектирование и эксплуатация систем электрического обогрева в нефтегазовой отрасли. М.:Инфра-Инженерия, 2015. 272 с.
8. Конесев С.Г., Хлюпин П.А. Экологические нагревательные системы для объектов транспорта и хранения нефти // Безопасность жизнедеятельности. 2012. № 7. С. 35–42.
9. Трофименко К.В., Шишкин Н.Д. Разработка конструкции и оценка параметров индукционного подогревателя нефти и нефтепродуктов // Вестник АГТУ. 2012. № 1 (53). С. 78–83.
10. Шишкин Н.Д. Применение индукционного подогрева нефти при её транспортировке от месторождений на Северном Каспии // Вестник АГТУ. 2011. № 3. С. 52–56.
11. Данилушкин А.И., Данилушкин В.А., Максимова М.А., Сурков Д.В. Разработка и исследование трехфазного индукционного устройства для нагрева и перемешивания жидкости // Вестник СамГТУ. Серия: Технические науки. 2019. Вып. № 3 (63). С. 120–132.
12. Базаров А.А. Система индукционного нагрева движущейся жидкости // Вестник СамГТУ. Серия: Технические науки. 2005. № 37. С. 12–17.
13. Базаров А.А., Данилушкин А.И., Данилушкин В.А., Васильев И.В. Моделирование электромагнитных процессов в многослойной трехфазной индукционной цилиндрической системе // Вестник СамГТУ. Серия: Технические науки. 2017. № 3(55). С. 50–60.
14. Turbulent flow in closed and free surface unbaffled tanks stirred by radial impellers / M. Ciofalo, A. Brucato, F. Grisafi, N. Torracca // Chemical Engineering Science. 1996. Vol. 51. P. 3557–3573.
15. Modeling turbulent flows with free surface in unbaffled agitated vessels / J.N. Haque, T. Mahmud,

K.J. Roberts, D. Rhodes // Industrial and Engineering Chemistry Research. 2006. Vol. 45. P. 2881–2891.

16. Васильцов Э.А., Ушаков В.Г. Аппараты для перемешивания жидких сред. Л.: Машиностроение, 1979. 272 с.

17. Газизуллин Н.А. Перемешивание вязкой жидкости со свободной поверхностью в аппарате с турбинной мешалкой Раштона // Вестник СамГТУ. Серия: Технические науки. 2014. № 3 (42). С. 146–155.

18. Данилушкин А.И., Кривошеев В.Е., Васильев И.В. Многосекционная установка косвенного индукционного нагрева жидкости // Вестник СамГТУ. Серия: Технические науки. 2018. Вып. № 1(57). С. 92–101.

19. Альтишль А.Д., Киселёв П.Г. Гидравлика и аэродинамика. М.: Стройиздат, 1965. 273 с.

20. Повх И.Л. Техническая гидромеханика. Л.: Машиностроение, 1969. 529 с.

21. Zlokarnik M. Stirring: Theory and Practice. Weinheim: Wiley-VCH, 2001. 362 p.

22. Лыков А.В. Теплообмен: (справочник). М.: Энергия, 1978. 480 с.

23. Карташов Э.М. Аналитические методы в теории теплопроводности твердых тел. М.: Высшая школа, 2001. 712 с.

REFERENCES

1. Gubin V. E. Gubin V. V. *Truboprovodnii transport nefti i nefteproduktov* [Pipeline transport of oil and oil products]. Moscow, Nedra Publ. 1982. 296 p.
2. *Truboprovodnii transport nefti, sbornik nauch. trudov* [Pipeline transport of oil, Collection of Articles]. Ufa, 1987. 136p. (in Russian).
3. Tugunov P. I. *Nestacionarnie regimi perekachki nefti* [Non-Stationary modes of oil and oil products pumping]. Moscow, Nedra Publ., 1984. 224 p.
4. Nadirov N. K., Tugunov P. I. *Truboprovodnii transport vazkih neftei* [Pipeline transportation of viscous oils]. Alma-ATA, Nauka Publ., 1985. 146p.
5. Isachenko V. P., Osipova V. A., Sukomel A. S. *Teploperedacha* [Heat Transfer]. Moscow, Energoizdat Publ., 1981. 416p.
6. Konesev S. G., Khlyupin P. A., Sadikov M. R. Analysis of the effectiveness of heating systems when pumping viscous oils. *Electroprivod, electrotechnologii i elektrooborudovanie predpriatii: sbornik nauchich trudov III Vserossiskoy nauch. techn. Konferentsii* [Electric Drive, electrical technologies and electrical equipment of enterprises: materials of Scientific Conference]. Ufa, UGNTU, 2011, pp. 211-218 (in Russian)
7. Strupinsky M. L., Khrenkov N. N., Kuvaldin A. B. *Proektirovanie i ekspluatatsia sistem elektricheskogo obogreva neftegazovoi otrasly* [Design and operation of electric heating systems in the oil and gas industry]. Moscow, Infra-Engineering Publ., 2015. 272p.
8. Konesev, S. G., Khlyupin, P. A. Environmental heating systems for oil transport and storage facilities. *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti* [Life Safety], 2012, no. 7, pp. 35-42. (in Russian)

9. Trofimenko K. V., Shishkin N. D. Design development and evaluation of parameters of an induction heater for oil and petroleum products. *Vestnik AGTU* [ASTU Bulletin], 2012, no. 1 (53), pp.78-83. (in Russian)

10. Shishkin N. D. Application of induction heating of oil during its transportation from fields in the Northern Caspian. *Vestnik AGTU* [ASTU Bulletin], 2011, no. 3, pp. 52-56. (in Russian)

11. Danilushkin A. I., Danilushkin V. A., Maksimova M. A., Surkov D. V. Development and research of a three-phase induction device for heating and mixing a liquid. *Vestnik SamGTU. Tekhnicheskie nauki* [Bulletin of SamSTU. Series "Technical Sciences"], 2019, no. 3 (63), pp.120-132. (in Russian)

12. Bazarov A. A. System of induction heating of a moving liquid. *Vestnik SamGTU. Tekhnicheskie nauki* [Bulletin of SamSTU. Series "Technical Sciences"], 2005, no.37, pp. 12-17. (in Russian)

13. Bazarov A. A., Danilushkin A. I., Danilushkin V. A., Vasiliev I. V. Modeling of electromagnetic processes in a multilayer three-phase induction cylindrical system. *Vestnik SamGTU. Tekhnicheskie nauki* [Bulletin of SamSTU. Series "Technical Sciences"], 2017, no. 3 (55), pp. 50-60. (in Russian)

14. Ciofalo M., Brucato A., Grisafi F., Torracca N. Turbulent flow in closed and free surface unbaffled tanks stirred by radial impellers. *Chemical Engineering Science*, 1996, no. 51, pp. 3557-3573.

15. Haque J. N., Mahmud T., Roberts K. J., Rhodes D. Modeling turbulent flows with free surface in unbaffled agitated vessels. *Industrial and Engineering Chemistry Research*, 2006, no. 45, pp. 2881-2891.

16. Vasil'tsov E. A., Ushakov V. G. *Apparaty peremeshivaniy i dikh sred* [Apparatuses for mixing liquid media]. Leningrad, Mashinostroenie Publ, 1979. 272 p.

17. Gazizullin N. A. Mixing of a viscous liquid with a free surface in a device with a Rushton turbine agitator. *Vestnik SamGTU. Tekhnicheskie nauki* [Bulletin of SamSTU. Series "Technical Sciences"], 2014, no. 3 (42), pp.146 – 155. (in Russian)

18. Danilushkin A. I., Krivosheev V. E., Vasiliev I. V. Multi-Section installation of indirect induction liquid heating. *Vestnik SamGTU. Tekhnicheskie nauki* [Bulletin of SamSTU. Series "Technical Sciences"], 2018, no. 1 (57), pp.92–101. (in Russian)

19. Altshul A.D., Kiselev P. G. *Gidravlika i Aerodinamika* [Hydraulics and aerodynamics]. M., Stroizdat Publ, 1965. 273 p.

20. Povh I. L. *Tekhnicheskay gidromekhanika* [Technical hydromechanics]. Leningrad, Mashinostroenie Publ, 1969. 529 p.

21. Zlokarnik M. *Stirring: Theory and Practice* Weinheim. Wiley VCH, 2001. 362 p.

22. Lukov A.V. *Teplomassoperedacha* [Heat And Mass Transfer]. M., Energiya Publ, 1978. 480 p.

23. Kartashov E. M. *Analiticheskie metody teorii teploprovodnosti tverdykh tel* [Analytical methods in the theory of heat conductivity of solids]. M., Higher School Publ, 2001. 712 p.

Об авторах:

ДАНИЛУШКИН Александр Иванович

доктор технических наук, профессор, профессор кафедры электроснабжения промышленных предприятий Самарский государственный технический университет 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: aidanilushkin@mail.ru

DANILUSHKIN Aleksandr I.

Doctor of Engineering Science, Professor of the Power Supply of Industrial Enterprises Chair, Samara State Technical University, Russia, 443100, Samara, St. Molodogvardeyskaya, 244, E-mail: aidanilushkin@mail.ru

ДАНИЛУШКИН Василий Александрович

кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры электроснабжения промышленных предприятий Самарский государственный технический университет 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: vasilydan2013@yandex.ru

DANILUSHKIN Vasily A.

PhD in Engineering Science, Associate Professor of the Power Supply of Industrial Enterprises Chair, Samara State Technical University», Russia, 443100, Samara, St. Molodogvardeyskaya, 244, E-mail: vasilydan2013@yandex.ru

КРИВОШЕЕВ Владимир Евгеньевич

кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры промышленной теплоэнергетики Самарский государственный технический университет 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: krivdm@yandex.com

KRIVOSCHEEV Vladimir E.

PhD in Engineering Science, Associate Professor of the Industrial Heat Power Engineering Chair, Samara State Technical University», Russia, 443100, Samara, St. Molodogvardeyskaya, 244, E-mail: krivdm@yandex.com

МАКСИМОВА Марина Александровна

аспирант кафедры электроснабжения промышленных предприятий Самарский государственный технический университет 444100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: maximova_21@yahoo.com

MAKSIMOVA Marina A.

Postgraduate Student of the Power Supply of Industrial Enterprises Chair, Samara State Technical University», Russia, 443100, Samara, St. Molodogvardeyskaya, 244, E-mail: maximova_21@yahoo.com

Для цитирования: Данилушкин А.И., Данилушкин В.А., Кривошеев В.Е., Максимова М.А. Электротехнический модульный комплекс для нагрева вязких жидкостей в объектах трубопроводного транспорта // Градостроительство и архитектура. 2020. Т. 10, № 2. С. 160–167. DOI: 10.17673/Vestnik.2020.02.21.

For citation: Danilushkin A.I., Danilushkin V.A., Krivosheev V.E., Maksimova M.A. Electrotechnical Modular Complex for Heating Viscous Liquids in Pipeline Transport Facilities. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2020, Vol. 10, no. 2, Pp. 160–167. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2020.02.21.

Уважаемые читатели!

Гидрохимическая лаборатория приглашает к сотрудничеству.

Основные направления деятельности:

- исследование природных, сточных, поверхностных вод, грунтов и отходов

Руководитель *Гульнева Ирина Владимировна*

Контакты:

443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194, корпус 11 (АСА СамГТУ), каб. 173
тел. (846) 339-14-85
E-mail: labvv173@mail.ru

ПРАВИЛА ПОДГОТОВКИ И ПРЕДСТАВЛЕНИЯ РУКОПИСЕЙ

Прием статей для публикации в научно-техническом журнале «Градостроительство и архитектура» осуществляется в постоянном режиме.

1. В редакцию журнала необходимо вместе с рукописью статьи представить следующие документы:

- Сопроводительное письмо, подписанное руководителем организации, откуда исходит рукопись. Для аспирантов, соискателей и работников СамГТУ сопроводительное письмо представлять не требуется.
- Выписка из протокола заседания кафедры о публикации статьи в журнале.
- Экспертное заключение о возможности опубликования, оформленное в организации, откуда исходит рукопись
- Внешняя рецензия, заверенная по месту работы рецензента.
- Лицензионный договор.

2. Общие требования к оформлению документа:

- Формат страницы – А4, ориентация книжная
- Шрифт текста рукописи – Times New Roman Суг, размер 14pt
- Междустрочный интервал – 1,5
- Общий объем рукописи (включая иллюстрации и таблицы) – 8–15 страниц формата А4.
- Формулы следует набирать с использованием редакторов формул MathType 6 или MS Equation 3.0. Формула не должна содержать промежуточные преобразования.
- Иллюстрации выполняются черно-белыми (с хорошей проработкой деталей) в программах Corel Draw (с расширением *.cdr) или других редакторах (с расширением *.jpeg или *.tiff).
- Библиографический список размещается в конце текста статьи, нумерация дается в порядке последовательности ссылок. На все литературные источники должны быть ссылки в тексте [в квадратных скобках]. При ссылках на нормативные документы (СНиПы, ГОСТы) номер и название документа указываются непосредственно в тексте статьи (в круглых скобках). Библиографический список должен быть оформлен по ГОСТ Р 7.0.5-2008.

3. Структура размещения основных частей статьи:

- индекс УДК
- инициалы, фамилии авторов
- название статьи на русском языке
- название статьи на английском языке
- аннотация на русском языке (не менее 10 строк)
- аннотация статьи на английском языке
- ключевые слова на русском языке (до 10 слово-сочетаний)
- ключевые слова на английском языке

- текст статьи (предпочтительно с выводами)
- библиографический список (не менее 5 наименований)
- библиографический список на транслитерации (References)
- полные сведения об авторе(ах) на русском языке: фамилия, имя, отчество, ученая степень, звание, должность, контактные телефоны (с кодом города), e-mail автора(ов); наименование организации (с указанием почтового адреса учреждения), в которых работает автор(ы), на русском языке
- полные сведения об авторе(ах) на английском языке (см. выше)

4. Рукописи, не соответствующие требованиям редакции, не рецензируются, не публикуются и не возвращаются авторам

5. Публикации в журнале подлежат только оригинальные статьи, соответствующие тематическим направлениям журнала и ранее не публиковавшиеся в других изданиях.

6. При положительном решении редакции об опубликовании научной статьи с автором(ами) заключается лицензионный договор. Вознаграждение (гонорар) за опубликованные научные статьи не выплачивается.

7. Редакция имеет право представлять материалы научных статей в российские и зарубежные организации, обеспечивающие индексы научного цитирования, а также размещать данные материалы на интернет-сайте журнала <http://journal.samgasu.ru>.

8. Авторский коллектив несет ответственность за неправомерное использование в научной статье объектов интеллектуальной собственности, объектов авторского права или «ноу-хау» в полном объеме в соответствии с действующим законодательством РФ.

9. Авторские права на каждый номер журнала (в целом) принадлежат учредителю журнала – СамГТУ. Перепечатка материалов журнала без разрешения редакции запрещена, ссылки на журнал при цитировании обязательны.

Материалы научной статьи (рукопись статьи и сопроводительные документы к ней в печатном виде) должны быть отправлены по почте или доставлены лично по адресу: Россия, 443001, г. Самара, ул. Молодогвардейская, д. 194, Академия строительства и архитектуры, Самарский государственный технический университет. Редакция журнала «Градостроительство и архитектура» (каб. 307).

По всем вопросам, связанным с публикацией статей в журнале «Градостроительство и архитектура», обращаться к отв. секретарю Досковской Марии Сергеевне по тел. (846)278-44-81, E-mail: vestniksgasu@yandex.ru, uc-arch@yandex.ru.