

ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

ISSN 2542-0151
eISSN 2782-2109

№ 1 Т. 14
2024

URBAN CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ



САМАРА

ISSN (PRINT) 2542-0151
ISSN (ONLINE) 2782-2109

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

ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

URBAN CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
Т. 14, № 1

САМАРА
2024

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:

С.Ю. АНДРЕЕВ, д.т.н., профессор (Пенза)	В.А. СЕЛЕЗНЕВ, д.т.н., профессор (Тольятти)
И.И. АРТЮХОВ, д.т.н., профессор (Саратов)	С.В. СТЕПАНОВ, д.т.н., доцент
Е.А. АХМЕДОВА, д. арх., профессор	К.Л. ЧЕРТЕС, д.т.н., профессор
Ю.П. БОЧАРОВ, д. арх., профессор (Москва)	Н.Г. ЧУМАЧЕНКО, д.т.н., профессор
А.Л. ВАСИЛЬЕВ, д.т.н., доцент (Н. Новгород)	В.А. ШАБАНОВ, к.т.н., профессор
В.В. ВАХНИНА, д.т.н., профессор (Тольятти)	Д.А. ШЛЯХИН, д.т.н., доцент
А.Д. ГЕЛЬФОНД, д. арх., профессор (Н. Новгород)	А. БОРОДИНЕЦ, D.Sc., профессор (Рига, Латвия)
В.П. ГЕНЕРАЛОВ, к. арх., профессор	З. ВОЙЧИЦКИ, D.Sc., профессор (Вроцлав, Польша)
А.И. ДАНИЛУШКИН, д.т.н., профессор	Г. РАДОВИЧ, D.Sc. arch., профессор (Подгорица, Черногория)
В.В. ЕЛИСТРАТОВ, д.т.н., профессор (С.-Пб.)	М. КНЕЗЕВИЧ, D.Sc., профессор (Подгорица, Черногория)
В.Н. ЗЕНЦОВ, д.т.н., профессор (Уфа)	Я. МАТУШКА, Ph.D, доцент (Пардубице, Чешская Республика)
Т.В. КАРАКОВА, д. арх., профессор	А. МОЧКО, Ph.D, доцент (Вроцлав, Польша)
А.А. КУДИНОВ, д.т.н., профессор	С. ОГНЕНОВИЧ, Ph.D, профессор (Скопье, Македония)
И.В. ЛИПАТОВ, д.т.н., доцент (Н. Новгород)	М. ПРЕМРОВ, D.Sc., профессор (Марибор, Словения)
Н.Д. ПОТИЕНКО, к. арх., доцент	Д. САФАРИК, главный редактор STBUN Journal (Чикаго, США)
А.А. ПРОКОПОВИЧ, д.т.н., доцент	

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

S.Yu. ANDREEV, D. Eng., Prof. (Penza)	V.A. SELEZNEV, D. Eng., Prof. (Tolyatti)
I.I. ARTYUKHOV, D. Eng., Prof. (Saratov)	S.V. STEPANOV, D. Eng., Ass. Prof.
E.A. AKHMEDOVA, D. Arch., Prof.	K.L. CHERTES, D. Eng., Prof.
Y.P. BOCHAROV, D. Arch., Prof. (Moscow)	N.G. CHUMACHENKO, D. Eng., Prof.
A.L. VASILYEV, D. Eng., Ass. Prof. (Nizhny Novgorod)	V.A. SHABANOV, PhD in Engineering, Prof.
V.V. VAKHINA, D. Eng., Prof. (Tolyatti)	D.A. SHLYKHIN, D. Eng., Ass. Prof.
A.L. GELFOND, D. Arch., Prof. (Nizhny Novgorod)	A. BORODINECS, D.Sc., Prof. (Riga, Latvia)
V.P. GENERALOV, PhD in Architecture, Prof.	Z. WOJCICKI, D.Sc., Prof. (Wroclaw, Poland)
A.I. DANILUSHKIN, D. Eng., Prof.	G. RADOVIC, D.Sc. arch., Prof. (Podgorica, Montenegro)
V.N. ELISTRATOV, D. Eng., Prof. (Saint Petersburg)	M. KNEZEVIC, D.Sc., Prof. (Podgorica, Montenegro)
V.N. ZENTSOV, D. Eng., Prof. (Ufa)	J. MATUŠKA, Ph.D., Ass. Prof. (Pardubice, Czech Republic)
T.V. KARAKOVA, D. Arch., Prof.	A. MOCZKO, Ph.D., Ass. Prof. (Wroclaw, Poland)
A.A. KUDINOV, D. Eng., Prof.	S. OGNJENOVIC, Ph.D., Prof. (Skopje, Macedonia)
I.V. LIPATOV, D. Eng., Ass. Prof. (Nizhny Novgorod)	M. PREMROV, D.Sc., prof., (Maribor, Slovenia)
N.D. POTIENKO, PhD in Architecture, Ass.Prof.	D. SAFARIK (Chicago, the USA)
A.A. PROKOPOVICH, D. Eng., Ass. Prof.	

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи,
информационных технологий и массовых коммуникаций

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

Каждой статье присваивается идентификатор цифрового объекта DOI
Подписной индекс в каталоге агентства «Урал-Пресс»: 70570

Научное издание

Редактор Г.Ф. Коноплина
Корректор М.В. Веселова

На обложке фото студентки факультета дизайна Софии Антиповой

Подписано в печать 25.03.2024 г. Выпуск в свет 29.03.2024 г.
Формат 60х90 1/8. Бумага мелованная. Печать офсетная.
Печ. л. 26. Тираж 300 экз. Заказ № 2103

Адрес издателя: 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
Адрес редакции: 443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194, каб. 307
Телефон: (846) 242-36-98; 8-927-651-07-09
Интернет-сайт: <https://journals.eco-vector.com/2542-0151/index>

Отпечатано в типографии ООО «Слово»:
443070, г. Самара, ул. Песчаная, 1; тел. (846) 244-43-77

Ф3 №436-Ф3	Издание не подлежит маркировке в соответствии с п. 1 ч. 2 ст. 1	Цена свободная
---------------	--	----------------

Содержание

СТРОИТЕЛЬСТВО

ВОДОСНАБЖЕНИЕ, КАНАЛИЗАЦИЯ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

- 4 Кичигин В.И., Юдин А.А. Экспериментально-статистические модели влагоотдачи обработанной реагентами смеси сырого осадка и уплотненного активного ила
- 12 Орлов В.А., Зоткин С.П., Подолян Д.В., Гогина Е.С. Оперативное восстановление пропускной способности старых стальных трубопроводов с достиганием эффекта энергосбережения за счет снижения величин гидравлических сопротивлений
- 19 Самодолова О.А., Ульрих Д.В., Лонзингер Т.М., Головина С.Г. Скорлупа грецкого ореха как перспективный сорбент в очистке поверхностных сточных вод с городских территорий
- 27 Селезнева А.В., Селезнев В.А., Сайридинов С.Ш., Селезнева К.В. Санитарно-биологическое состояние открытых источников – определяющий фактор реконструкции элементов систем водоснабжения
- 34 Теплых С.Ю., Котовская Е.Е., Горшкалев П.А., Гайдайчук М.Г. Разработка модульных комплексов очистки воды Северо-Крымского канала для полива сельскохозяйственных культур

ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ

- 46 Вытчиков Ю.С., Сапарёв М.Е., Чулков А.А., Конякина Д.Д. Влажностный режим строительных ограждающих конструкций сушильного отделения Тульского пивзавода
- 55 Ал Джозо Ф., Зеленцов Д.В. Определение рабочей температуры в основном генераторе двухступенчатой абсорбционной холодильной машины, работающей на водном растворе бромида лития
- 62 Едуков Д.А., Едуков В.А. Порядок цифровизации мероприятий по созданию сети газораспределения

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

- 69 Федоров П.А., Синицин Д.А., Шагигалин Г.Ю. Влияние концентрации раствора едкого натра на структурообразование цементной матрицы из пылеуноса минераловатного производства

АРХИТЕКТУРА

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

- 79 Большаков А.Г. Происхождение градостроительной формы крупного сибирского города Иркутска

- 93 Вайтенс А.Г. Эволюция городских границ Санкт-Петербурга – Ленинграда (конец XIX – XX вв.): причины и следствия

- 106 Вавилонская Т.В., Карасев Ф.В. Приспособление объекта культурного наследия регионального значения «Гостиница "Центральная". Модерн» для современного использования

- 115 Зобова М.Г. Ключевые проблемы в сфере развития спортивно-оздоровительной инфраструктуры исторического поселения г. Самары

АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. ТВОРЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ АРХИТЕКТУРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

- 126 Вавилова Т.Я. Актуальные тренды архитектурного проектирования в эпоху устойчивого развития. Часть 2. Учёт социальных факторов

- 136 Валиулина С.В., Темникова Е.А. Урбанистический подход к проектированию в различных аспектах дизайна

- 144 Раков А.П., Потёмкина Я.Е. Связь художественного конструирования формы в архитектуре и дизайне с законами психологии и физиологии восприятия

- 150 Столярова Е.Г., Березин А.Е. Эстетические принципы экспрессионизма в современной архитектуре

- 157 Шлиенкова Е.В., Кайгородова Х.В. От музея до постмузея. Иммерсивная среда как метапространство полилога

ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО, ПЛАНИРОВКА СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

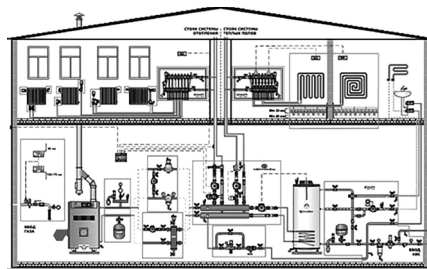
- 165 Веретенников Д.Б. Основа концепции вертикального динамического урбанизма

- 170 Гудь И.Д., Ахмедова Е.А. Основные принципы градостроительной трансформации пригородной зоны мегаполиса Большая Самара. Часть I

- 178 Перькова М.В., Ладик Е.И. Реновация городской среды исторического центра г. Новая Ладога

- 191 Сугаров Д.А. Градообразующая роль промышленности во Владикавказе в годы советской власти

- 198 Хакимова Т.С., Закирова Ю.А. Особенности современного территориально-пространственного развития Камской агломерации



УДК 628.32

DOI: 10.17673/Vestnik.2024.01.01

В. И. КИЧИГИН
А. А. ЮДИН

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-СТАТИСТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ВЛАГОУТДАЧИ ОБРАБОТАННОЙ РЕАГЕНТАМИ СМЕСИ СЫРОГО ОСАДКА И УПЛОТНЕННОГО АКТИВНОГО ИЛА

EXPERIMENTAL AND STATISTICAL MODELS MOISTURE RELEASE OF THE MIXTURE TREATED
WITH REAGENTS RAW SLUDGE AND COMPACTED ACTIVE SLUDGE

Проверена технология изменения удельного сопротивления смеси сырого осадка и уплотненного активного ила, взятого после иловой насосной станции городских очистных канализационных сооружений, за счет обработки осадка сернокислым алюминием и полиакриламидом (ПАА) дозами от 0 до 300 мг/дм³. Установлена степень влияния каждого реагента на процесс обезвоживания исследуемого осадка. Показано, что на процесс влагоотдачи ПАА оказывает примерно в 2 раза большее влияние, чем $Al_2(SO_4)_3$ при дозах реагентов от 0 до 200 мг/дм³ и примерно в 1,5 раза – при дозах от 100 до 300 мг/дм³. Получены математические модели зависимости изменения удельного сопротивления осадка от количества вводимых в него $Al_2(SO_4)_3$ и ПАА. Математические модели представлены и в графическом виде (изолиниями). Определены оптимальные дозы коагулянта и флокулянта для химической обработки исследуемого осадка сточных вод.

Ключевые слова: удельное сопротивление осадка, математическая и графическая модели его влагоотдачи, оптимальная доза реагентов

The technology of changing the resistivity of a mixture of raw sludge and compacted activated sludge taken after the sludge pumping station of urban sewage treatment plants by treating the sludge with aluminum sulfate and polyacrylamide (PAA) in doses from 0 to 300 mg/dm³ has been tested. The degree of influence of each reagent on the process of dehydration of the sediment under study has been established. It has been shown that PAA has about 2.0 times greater effect on the process of moisture loss than $Al_2(SO_4)_3$ at reagent doses from 0 to 200 mg/dm³ and about 1.5 times – at doses from 100 to 300 mg/dm³. Mathematical models of the dependence of the change in the resistivity of the sediment on the amount of $Al_2(SO_4)_3$ and PAA introduced into it are obtained. Mathematical models are also presented in graphical form (isolines). The optimal doses of coagulant and flocculant for chemical treatment of the studied sewage sludge were determined.

Keywords: the resistivity of sludge, mathematical and graphical models of its moisture loss, the optimal dose of reagents

На городских очистных сооружениях (ГОКС) образуется несколько видов осадка [1]: сырой осадок после первичных отстойников; неуплотненный активный ил после вторичных отстойников; избыточный активный ил после илоуплотнителя; смесь сырого осадка и уплотненного активного ила.

Сырой осадок с влажностью около 95 % образуется в процессе отстаивания стоков в первичных отстойниках. Он состоит из достаточно легко декантированных взвешенных частиц. Активный ил с вторичных отстойников характеризуется низкой концентрацией сухого вещества (влажность 99,2 – 99,6 %). Активный ил после

илоуплотнителей обладает высокой структурообразующей способностью, в которой вода находится в коллоидно-связанном виде и имеет влажность 95,0 – 97,5 %. Смесь сырого осадка и уплотнённого избыточного активного ила (влажность ≈ 96 %) занимает промежуточную способность к влагоотдаче [2].

Основной проблемой при обработке осадков бытовых сточных вод является обезвоживание осадка, контролируемое величиной коэффициента удельного сопротивления осадка r . К сожалению, определение этого показателя не только трудоемко, но и может меняться в больших диапазонах [3]. Для улучшения водоотдающих свойств осадка применяют методы: реагентный, тепловой обработки, жидкофазного окисления, переменного замораживания и оттаивания. Самый распространенный способ, с помощью которого обезвоживают осадки, является реагентный метод. В качестве реагентов применяют органические и минеральные соединения – флокулянты, коагулянты, известь [4–6].

В данной работе представлены результаты исследования возможности изменения удельного сопротивления смеси сырого осадка и уплотненного избыточного активного ила, отобранного с иловой насосной станции городских очистных сооружений, от доз вводимых реагентов. Целью работы является изучение поведения удельного сопротивления смеси сырого осадка и активного ила от доз коагулянта D_k и флокулянта $D_{фл}$, а также выведение уравнений $Y_i = f(X_1, X_2)$ в неявном виде и уравнений $r = f(D_k, D_{фл})$, в явном виде или в виде изолиний.

Методика проведения исследований. Опыты проводились на установке [7, рис. 1] по методике, изложенной в работах [3, с. 15-19; 10]. Исходным материалом служила смесь сырого осадка с первичных отстойников и избыточного активного ила после илоуплотнителя ГОКС. Состав исследуемого осадка приведен в табл. 1. Исходный осадок обрабатывался коагулянтом $Al_2(SO_4)_3$ и флокулянтом ПАА. Опыты проводились при одинаковых условиях. Продолжительность контакта осадка с реагентами равнялась 10 мин при перемешивании на магнитной мешалке 250 мл ила. Осадок профильтровывался под давлением 500 мм рт. ст. через двойной бумажный фильтр с синей лентой. Получаемые данные записывались через каждые 15–30 с (в зависимости от скорости фильтрования). Опыт заканчивался после появления трещин на осадке в воронке Бюхнера [7, рис. 1] или прекращения поступления фильтрата в колбу Бунзена.

Для сокращения продолжительности исследований использовался метод математического планирования экспериментов (планы первого порядка) [8-10]. Было проведено две серии опытов. Основные характеристики планов экспериментов представлены в табл. 2, а матрицы планирования, опытные и расчетные данные – в табл. 3. Порядок проведения опытов в матрицах планирования (табл. 3) рандомизировался с помощью таблицы случайных чисел [9, приложение 2]. Полученные результаты обрабатывались методами математической статистики при уровне значимости $q = 0,05$ по методике, изложенной в работе [10, с. 136].

Таблица 1
Table 1

Качественный состав исследуемой смеси сырого осадка и активного ила
Qualitative composition of the tested mixture of crude precipitate and active sludge

Показатель	Значения показателей по ИАИ смеси сырого осадка и ила
Азот общий, %	5,2
Фосфат общий, %	1,33
Алюминий, мг/дм ³	6330
Кадмий, мг/дм ³	5,9
Медь, мг/дм ³	171
Железо, мг/кг	12200
Никель, мг/дм ³	29,3
Свинец, мг/дм ³	17,8
Цинк, мг/дм ³	1910
Влажность, %	99,0

Таблица 2
Table 2

Основные характеристики плана экспериментов, мг/дм³
Main characteristics of the experimental plan, mg/dm³

Характеристика	Эксперимент № 1		Эксперимент № 2	
	A_{κ}	A_{ϕ}	A_{κ}	A_{ϕ}
Основной уровень	100	100	200	200
Интервал варьирования	100	100	100	100
Верхний уровень	200	200	300	300
Нижний уровень	0	0	100	100

Таблица 3
Table 3

Матрицы планирования экспериментов, опытные и расчётные данные
Experimental planning matrices, experimental and design data

№ п/п	План				Параметры процесса, мг/дм ³		Опытные значения удельного сопротивления осадка $r \cdot 10^{-10}$, см/г			Расчетные значения	
	X_0	X_1	X_2	X_1X_2	A_{κ}	A_{ϕ}	Y_1	Y_2	$\bar{Y}_j$	S_j^2	$\hat{Y}_j^p$
Матрица планирования эксперимента № 1											
1	+	+	+	+	200	200	154,4	141,2	147,8	9,33	147,8
2	+	-	+	-	0	200	15,0	13,4	14,2	1,10	14,2
3	+	+	-	-	200	0	419,8	405,1	412,4	10,36	412,6
4	+	-	-	+	0	0	1271,7	1113,4	1192,6	111,95	1192,6
Матрица планирования эксперимента № 2											
1	+	+	+	+	300	300	498,4	492,6	495,5	4,12	495,5
2	+	-	+	-	100	300	66,0	159,9	112,9	66,45	112,9
3	+	+	-	-	300	100	33,8	6,9	20,3	19,05	20,3
4	+	-	-	+	100	100	21,4	26,2	23,8	3,39	23,7

Доверительную оценку искомых величин определяли по формуле

$|X - \bar{x}| < t(q; k) \cdot S_x / \sqrt{(n - 1)}, \tag{1}$

где X – доверительная граница для истинного значения искомой (измеренной) величины; $\bar{x}$ – среднее арифметическое значение измеряемой величины, рассчитанное по измеренным величинам; t – критическая точка распределения Стьюдента, определяемая по [10, приложение 5.5] при принятом в расчетах уровне значимости $q = 0,05$ и числе степеней свободы k ; S_x – эмпирический стандарт, определяемый при числе степеней свободы $k = n - 1$.

Результаты исследований. Анализ данных, приведенных в табл. 1, показывает, что смесь сырого осадка и активного ила содержит боль-

шое количество цветных металлов, причем основными ингредиентами, мг/дм³, являются: алюминий (6330), железо (12200), цинк (1910). Среднее значение исходной влажности этого осадка составляет 99,0 %.

Для получения математических моделей процессов обезвоживания активного ила воспользуемся методикой, представленной в работе [10, с. 154-162]. Так, для эксперимента № 1 (см.табл. 3) имеем следующее.

Воспроизводимость опытов проверяем по критерию Кохрена

$G_p = S_{max}^2 / \sum_1^N S_i^2 = 66,45 / 93,01 = 0,71. \tag{2}$

Для наших опытов ($q = 0,05$; $N = 4$; $k = m - 1 = 2 - 1 = 1$) табличное значение критерия Кохрена по [10, приложение 5.8] $G_{табл.} = 0,9065$. Условия

$G_p \leq G_{\text{табл.}}$ выполняются, поэтому опыты считаются воспроизводимыми.

Ошибка опыта по формуле (2) составит:

$$S_0^2 = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N S_i^2 = 93,01/4 = 33,185 \approx 33,2. \quad (3)$$

Коэффициенты уравнения регрессии определим по формуле

$$b_0 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \bar{y}_i X_0. \quad (4)$$

Для проверки значимости коэффициентов уравнения регрессии вычисляем дисперсию коэффициентов:

$$S_{bi}^2 = S_0^2 / N = 33,2/4 = 8,3. \quad (5)$$

Для уровня значимости $q = 0,05$, числа степеней свободы $k = N = 4$ и $m - 1 = 2 - 1 = 1$ табличное значение критерия Стьюдента по [10, приложение 5.5] будет равно $t = 2,78$, а доверительный интервал для коэффициентов b_i составит:

$$S_{bi} \cdot t = \sqrt{8,3} \cdot 2,78 = 8,0. \quad (6)$$

Коэффициенты оказались значимыми, так как $|b_0| = 441,8 > S_{b_0} \cdot t$; $|b_1| = -161,6 > S_{b_1} \cdot t$; $|b_2| = -360,8 > S_{b_2} \cdot t$.

Вычисляем дисперсию адекватности по формуле

$$S_{ад}^2 = \frac{m}{N-B} \sum_{i=1}^N (y_i - y_{ш}^p)^2. \quad (7)$$

Уравнение регрессии считается адекватным, если выполняется условие

$$F_p = S_{ад}^2 / S_0^2 < F_T(q; k_{ад}; k_0), \quad (8)$$

где по [10, приложение 5.6] табличное значение Фишера-Снедекора равно $F_T(0,05; 2; 4) = 6,94$.

Тогда уравнения

$$y = 441,8 - 161,6 \cdot X_1 - 360,8 \cdot X_2, \quad (9)$$

$$y = 163,1 + 94,8 \cdot X_1 + 141,1 \cdot X_2 \quad (10)$$

оказываются неадекватными, так как $S_{ад}^2 = 208758 < S_0^2 = 33,2$ и $S_{ал}^2 = 37268 < S_0^2 = 23,2$. Уравнения

$$y = 441,8 - 161,6 \cdot X_1 - 360,8 \cdot X_2 + 228,4 \cdot X_1 \cdot X_2, \quad (11)$$

$$Y_2 = 163,1 + 94,8 \cdot X_1 + 141,1 \cdot X_2 + 96,5 \cdot X_1 \cdot X_2 \quad (12)$$

будут адекватными, так как в случае использования в математической модели в виде полуквадратичной функции (формулы (11) и (12)) $S_{ад}^2 = 0,04 < S_0^2 = 33,2$ и $S_{ал}^2 = 0,01 < S_0^2 = 23,2$.

Так как $y = r$ (10^{-10} , см/г), $x_1 = \Delta_k$ (мг/дм³), $x_2 = \Delta_\phi$ (мг/дм³), то в пределах $\Delta_k = 0-200$ мг/дм³ и $\Delta_\phi = 0-200$ мг/дм³ для первой серии опытов и $\Delta_k = 0-300$ мг/дм³ и $\Delta_\phi = 0-300$ мг/дм³ для второй серии опытов зависимость $r_i = f(\Delta_k, \Delta_\phi)$ можно описывать уравнениями:

$$\begin{aligned} r_1 &= 441,8 - 161,6 \cdot \frac{(x_1 - 100)}{100} - \frac{360,8 \cdot (x_2 - 100)}{100} + 228,4 \cdot \frac{(x_1 - 100)}{100} \cdot \frac{(x_2 - 100)}{100} = \\ &= 441,8 - 161,6 \cdot \frac{(\Delta_k - 100)}{100} - \frac{360,8 \cdot (\Delta_\phi - 100)}{100} + 228,4 \cdot \frac{(\Delta_k - 100)}{100} \cdot \frac{(\Delta_\phi - 100)}{100} = \\ &= 1192,6 - 3,9 \cdot \Delta_k - 5,892 + 0,02284 \cdot \Delta_k \cdot \Delta_\phi; \end{aligned} \quad (13)$$

$$\begin{aligned} r_2 &= 163,1 + 94,8 \cdot \frac{(x_1 - 200)}{100} + \frac{141,1 \cdot (x_2 - 200)}{100} + 96,5 \cdot \frac{(x_1 - 200)}{100} \cdot \frac{(x_2 - 200)}{100} = \\ &= 163,1 + 94,8 \cdot \frac{(\Delta_k - 200)}{100} + \frac{141,1 \cdot (\Delta_\phi - 200)}{100} + 96,5 \cdot \frac{(\Delta_k - 200)}{100} \cdot \frac{(\Delta_\phi - 200)}{100} = \\ &= 77,3 - 0,982 \cdot \Delta_k - 0,519 \cdot \Delta_\phi + 0,00965 \cdot \Delta_k \cdot \Delta_\phi. \end{aligned} \quad (14)$$

Проверка зависимости вероятного коэффициента удельного сопротивления r от D_k и D_f для первой серии опытов по формуле (13), а для второй серии опытов – по формуле (14) представлена в табл. 4. Установлено, что отклонение расчетных значений от опытных данных было менее 1,0 %.

Анализ полученных коэффициентов уравнений регрессии (9) и (12) показывает, что в первой серии опытов удельное сопротивление осадка r уменьшалось при увеличении дозы флокулянта и коагулянта. Причём на процесс влагоотдачи параметр $X_2(D_f)$ оказывал большее влияние, чем параметр $X_1(D_k)$ в $360,8/161,6 = 2,23$ раза. Во второй серии опытов (при дозе реагентов от 100 до 300 мг/дм³) функция $r = f(D_k, D_f)$ имела уже прямопропорциональную зависимость (см. уравнения (10) и (12)), а на процесс влагоотдачи параметр $X_2(D_f)$ оказывал большее влияние, чем параметр $X_1(D_k)$, только в $141,1/94,8 = 1,49$ раза.

В табл. 5 представлена обобщенная характеристика математических моделей изменения удельного сопротивления смеси сырого осадка и уплотненного активного ила от дозы реагентов, рассчитанная по формулам (1)–(8). По данным табл. 3 были построены изолинии зависимостей изменения удельного сопротивления смеси сырого осадка и активного ила $r \cdot 10^{-10}$, см/г, от доз реагентов (рис. 1 и 2). Для построения изолиний на рис. 1 и 2 были использованы экспериментальные данные, приведенные в табл. 3.

Анализ данных, приведенных на рис. 1, показывает, что величина удельного сопротивления исследуемой смеси осадков уменьшалась с увеличением дозы вводимых реагентов. Причем особенно интенсивно процесс обезвоживания проходил при увеличении D_f (даже без обработки осадка сернокислым алюминием). В зоне D_k до 50 мг/дм³ и $D_f = 190\text{--}200$ мг/дм³ величина r не превышала $100 \cdot 10^{-10}$ см/г. Вероятно, эту зону можно считать «устойчиво-допустимой» для обработки подобной смеси осадков.

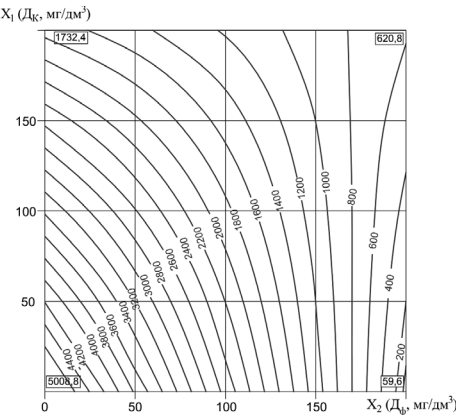


Рис. 1. Изолинии зависимости изменения удельного сопротивления исследуемого осадка $r \cdot 10^{-10}$, см/г, от доз реагентов $D_k = 0\text{--}200$ мг/дм³ и $D_f = 0\text{--}200$ мг/дм³
Fig. 1. Isolines of the dependence of the change in the resistivity of the studied sediment $r \cdot 10^{-10}$ cm/g, from reagent doses $D_k = 0\text{--}200$ mg/dm³ and $D_f = 0\text{--}200$ mg/dm³

Таблица 4
Table 4

Проверка воспроизводимости математических моделей
Checking the reproducibility of mathematical models

№ п/п	Параметры процесса, мг/дм³		Значения удельного сопротивления осадка $г \cdot 10^{-10}$, см/г		Отклонение расчетных значений от опытных, %
	A_k	A_ϕ	по опытным данным	рассчитанные по формулам	
Опытные и расчётные данные по формуле (12) к матрице планирования эксперимента № 1					
1	200	200	147,8	147,8	0
2	0	200	14,2	14,2	0
3	200	0	412,4	412,6	-0,037
4	0	0	1192,6	1192,6	0
Опытные и расчётные данные по формуле (13) к матрице планирования эксперимента № 2					
1	300	300	495,5	495,5	0
2	100	300	112,9	112,9	0
3	300	100	20,3	20,3	0
4	100	100	23,8	23,7	0,42

Таблица 5
Table 5

Обобщенная характеристика математических моделей изменения удельного сопротивления смеси сырого осадка и уплотненного активного ила от дозы реагентов
Generalized characteristic of mathematical models of resistivity change mixtures of crude precipitate and compacted active sludge from the reagent dose

Показатель	Значения показателей для серий опытов	
	№ 1	№ 2
Расчетное значение критерия Кохрена G_p	0,84	0,71
Табличное значение критерия Кохрена $G_{табл}$	0,9065	
Ошибка опыта S_0^2	33,2	23,2
Расчетные значения коэффициентов регрессии b_i : b_0 b_1 b_2	441,8 - 161,6 - 360,8	163,1 94,8 141,1
Дисперсия коэффициентов S_{bi}^2	8,3	5,8
Доверительный интервал $S_{bi} \cdot t$	8,0	6,7
Функция отклика (математическая модель) линейная	$Y_1 = 441,8 - 161,6X_1 - 360,8X_2$	$Y_2 = 163,1 + 94,8X_1 + 141,1X_2$
Расчётные значения функции отклика Y_i : Y_1^p Y_2^p Y_3^p Y_4^p	-80,6 242,0 641,0 964,2	399,0 209,4 116,8 -72,8
Дисперсия адекватности $S_{ад}^2$	208758	37268
Расчетное значение критерия Фишера F_p	6292	1606
Табличное значение критерия Фишера F_m	6,94	
Условие $F_p = S_{ад}^2 / S_0^2 < F_m(q; k_{ад}; k_0)$ не соблюдается, т. е. представленные выше уравнения регрессии неадекватны. Рассчитаем дополнительные коэффициенты регрессии b_{12} и новые значения функции отклика Y_i		
Коэффициенты регрессии b_{12}	228,4	96,5
Функция отклика (математическая модель) полуквадратичная	$Y_1 = 441,8 - 161,6X_1 - 360,8X_2 + 228,4X_1X_2$	$Y_2 = 163,1 + 94,8X_1 + 141,1X_2 + 96,5X_1X_2$
Расчётные значения функции отклика, Y_i : Y_1^p Y_2^p Y_3^p Y_4^p	147,8 14,2 412,6 1192,6	495,5 112,9 20,3 23,7
Дисперсия адекватности $S_{ад}^2$	0,04	0,01

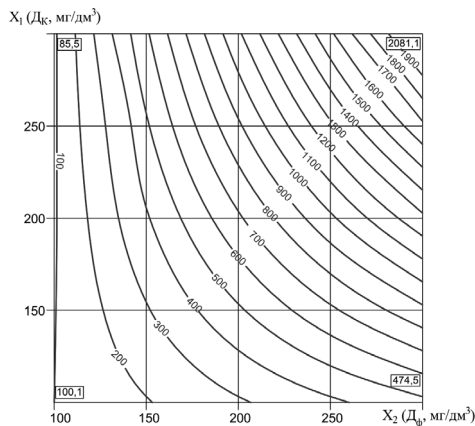


Рис. 2. Изолинии зависимости изменения удельного сопротивления исследуемого осадка $r \cdot 10^{-10}$, см/г, от доз реагентов $D_k = 100\text{--}300$ мг/дм³ и $D_f = 100\text{--}300$ мг/дм³

Fig. 2. Isolines of the dependence of the change in the resistivity of the studied sediment $r \cdot 10^{-10}$ cm/g, from reagent doses $D_k = 100\text{--}300$ mg/dm³ and $D_f = 100\text{--}300$ mg/dm³

Характер изолиний на рис. 2 показывает, что при увеличении доз коагулянта и флокулянта более 150 мг/дм³ наблюдался стремительный рост удельного сопротивления осадка, что указывает на снижение скорости его обезвоживания. Было установлено, что при дозах реагентов более 200 мг/дм³ образовывалась пленка на фильтре в воронке Бюхнера, снижая влагоотдачу. Вероятно, оптимальная доза ПАА не может превышать 125 мг/дм³, а доза $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ – 150 мг/дм³.

Применение математической модели при экспериментально-статистическом исследовании процессов обезвоживания осадков сточных вод позволяет: выбрать оптимальный технологический режим процесса, сократить план исследовательских работ при разработке технологии производства, создать систему управления процессом.

Выводы

1. Установлено, что смесь сырого осадка и активного ила содержит большое количество цветных металлов, причем основными ингредиентами, мг/дм³, являются: алюминий (6330), железо (12200) и цинк (1910). Среднее значение исходной влажности этого осадка составляет 99,0 %.

2. Изучено изменение удельного сопротивления смеси сырого осадка и уплотненного активного ила от доз коагулянта D_k и флокулянта D_f . Получены математические модели процесса обезвоживания активного ила в виде уравнения $r = f(D_k, D_f)$ в неявном и явном видах и в виде изолиний.

3. Доказано, что в зоне вводимых концентраций $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ и ПАА от 0 до 200 мг/дм³ ве-

личина удельного сопротивления исследуемой смеси осадков уменьшалась с увеличением дозы вводимых реагентов. Причем особенно интенсивно процесс обезвоживания проходил при увеличении D_f (даже без обработки осадка сернокислым алюминием). В зоне изменения этих реагентов от 100 до 300 мг/дм³ с увеличением дозы реагентов увеличивалось и удельное сопротивление осадка $r \cdot 10^{-10}$.

4. Установлено, что на процесс влагоотдачи параметр $X_2 (D_f)$ оказывает большее влияние, чем параметр $X_1 (D_k)$ в первой серии опытов примерно в 2,23, а во второй – в 1,49.

5. Установлено, что в зоне D_k до 50 мг/дм³ и $D_f = 190\text{--}200$ мг/дм³ величина r не превышала $200 \cdot 10^{-10}$ см/г. Вероятно, эту зону можно считать «устойчиво-допустимой» для обработки подобной смеси осадков. Можно считать, что оптимальная доза ПАА не может превышать 125 мг/дм³, а доза $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ – 150 мг/дм³.

6. Применение математических моделей при экспериментально-статистическом исследовании процессов обезвоживания осадков сточных вод позволяет выбрать оптимальный технологический режим обезвоживания, сократить план исследовательских работ и затраты на разработку технологии производства, создать систему управления этим процессом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Воронов Ю.В., Яковлев С.В. Водоотведение и очистка сточных вод. М.: Изд-во АСВ, 2006. 704 с.
2. Туровский И.С. Обработка осадков сточных вод. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Стройиздат, 1988. 256 с.: ил. (Охрана окружающей природной среды).
3. Кичигин В.И., Палагин Е.Д. Обработка и утилизация осадков природных и сточных вод / СГАСУ. Самара, 2008. 204 с.
4. Васильев Б.В., Морозов С.В., Пробицкий М.Д. Флокулянты для обезвоживания осадков сточных вод на станциях аэрации Санкт-Петербурга // Водоснабжение и санитарная техника. 2001. № 4. С. 13–16.
5. Гумен С.Г., Васильев Б.В., Морозов С.В., Медведев Г.П. Реагентно-тепловая обработка осадков сточных вод // Водоснабжение и санитарная техника. 2001. № 4. С. 21–23.
6. Опыт применения мембранных камерных фильтр-прессов и органических флокулянтов для обезвоживания осадков городских сточных вод / В.А. Загорский, Д.А. Данилович, А.В. Ганин и др. // Водоснабжение и санитарная техника. 2001. № 4. С. 2–7.
7. Кичигин В.И., Юдин А.А. Исследование зависимости удельного сопротивления осадка от его влажности и исходной концентрации бентонитового замутнителя // Градостроительство и архитектура. 2023. Т.13, № 2. С. 22–30. DOI: 10.17673/Vestnik.2023.02.04.
8. Бондарь А.Г., Статюха Г.А. Планирование эксперимента в химической технологии (основные

положения, примеры и задачи). Киев: Вища школа, 1976. 183 с.

9. Саутин С.А. Планирование эксперимента в химии и химической технологии. Л.: Химия, 1975. 48 с.

10. Кичигин В.И. Моделирование процессов очистки воды. М.: Изд-во АСВ, 2003. 203 с.

REFERENCES

1. Voronov Y.V., Yakovlev S.V. *Vodootvedenie i ochistka stochnykh vod* [Drainage and wastewater treatment]. Moscow, ASV, 2006. 704 p.

2. Turovsky, I.S. *Obrabotka osadkov stochnykh vod* [Treatment of sewage sludge]. Moscow, Strojizdat, 1988. 256 p.

3. Kichigin V.I., Palagin. E.D. *Obrabotka i utilizaciya osadkov prirodnykh i stochnykh vod* [Processing and utilization of precipitation of natural and wastewater]. Samara, SGASU, 2008. 204 p.

4. Vasiliev B.V., Morozov S.V., Probirskij M.D. Flocculants for dewatering sewage sludge at aeration stations of St. Petersburg. *Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika* [Water supply and sanitary equipment], 2001, no. 4, pp. 13–16. (in Russian)

5. Gumen S.G., Vasilyev B.V., Morozov S.V., Medvedev G.P. Reagent-thermal treatment of sewage sludge. *Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika* [Water supply and sanitary equipment], 2001, no. 4, pp. 21–23. (in Russian)

6. Zagorsky V.A., Danilovich D.A., Ganin A.V. et al. The experience of using membrane chamber filter presses and organic flocculants for dewatering urban wastewater. *Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika* [Water supply and sanitary equipment], 2001, no. 4, pp. 2–7. (in Russian)

7. Kichigin V.I., Yudin A.A. Investigation of the dependence of the resistivity of sediment on its humidity and the initial concentration of bentonite turbidifier. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban planning and architecture], 2023, vol. 13, no. 2, pp. 22–30. (in Russian)

8. Bondar A.G., Statyukha G.A. *Planirovanie eksperimenta v himicheskoj tekhnologii (osnovnye polozheniya, primery i zadachi)* [Experiment planning in chemical technology (main provisions, examples and tasks)]. Kiev, Vishcha shkola, 1976. 183 p.

9. Sautin S.A. *Planirovanie eksperimenta v himii i himicheskoj tekhnologii* [Experiment planning in chemistry and chemical technology]. Leningrad, 1975. 48 p.

10. Kichigin V.I. *Modelirovanie processov ochistki vody* [Modeling of water purification processes]. Moscow, ASV, 2003. 203 p.

Об авторах:

КИЧИГИН Виктор Иванович

доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры водоснабжения и водоотведения
Самарский государственный технический университет
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244,
тел. (846) 339-14-11
E-mail: kichigin.viktr@rambler.ru

KICHIGIN Viktor I.

Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor
of the Water Supply and Wastewater Chair
Samara State Technical University
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244,
tel. (846) 339-14-11
E-mail: kichigin.viktr@rambler.ru

ЮДИН Александр Александрович

аспирант кафедры водоснабжения и водоотведения
Самарский государственный технический университет
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244,
тел. (846) 339-14-11
E-mail: alex.udin1996@mail.ru

YUDIN Alexander A.

Postgraduate student of the of the Water Supply
and Wastewater Chair
Samara State Technical University
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244,
tel. (846) 339-14-11
E-mail: alex.udin1996@mail.ru

Для цитирования: Кичигин В.И., Юдин А.А. Экспериментально-статистические модели влагоотдачи обработанной реагентами смеси сырого осадка и уплотненного активного ила // Градостроительство и архитектура. 2024. Т. 14, № 1. С. 4–11. DOI: 10.17673/Vestnik.2024.01.01.

For citation: Kichigin V.I., Yudin A.A. Experimental and Statistical Models Moisture Release of the Mixture Treated with Reagents Raw Sludge and Compacted Active Sludge. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2024, vol. 14, no. 1, pp. 4–11. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2024.01.01.

В. А. ОРЛОВ
С. П. ЗОТКИН
Д. В. ПОДОЛЯН
Е. С. ГОГИНА

ОПЕРАТИВНОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ СТАРЫХ СТАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ С ДОСТИЖЕНИЕМ ЭФФЕКТА ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ЗА СЧЕТ СНИЖЕНИЯ ВЕЛИЧИН ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СОПРОТИВЛЕНИЙ

RAPID RECOVERY OF OLD STEEL PIPING CAPACITY WITH ENERGY SAVING EFFECT BY REDUCING HYDRAULIC RESISTANCE VALUES

Рассматриваются вопросы проектирования ремонтных работ по реконструкции напорных стальных трубопроводов с применением технологии Swagelining путем протаскивания в старые трубопроводы предварительно сжатых полимерных труб. Представлены сведения по нормативной и технической документации и области применения передовой технологии, по условиям монтажа и эксплуатации, а также по сравнительной оценке энергопотребления после реконструкции ветхих участков трубопроводов полимерными трубами с возможностью минимизации энергозатрат при транспортировке воды в условиях неизолированного режима работы трубопровода при изменении гидравлических характеристик.

Ключевые слова: трубопроводы, гидравлические характеристики, бестраншейные технологии, энергопотребление, автоматизированная программа

The design of repair work for the reconstruction of pressure steel pipelines using Swagelining technology by pulling pre-compressed polymer pipes into old pipelines is considered. Information on regulatory and technical documentation and the field of application of advanced technology, on installation and operation conditions, as well as on the comparative assessment of energy consumption after reconstruction of dilapidated sections of pipelines with polymer pipes with the possibility of minimizing energy consumption during water transportation under conditions of non-thermal operation of the pipeline with changes in hydraulic characteristics is presented.

Keywords: pipelines, hydraulic characteristics, trenchless technologies, power consumption, automated program

Введение

В настоящее время более 40 % стальных трубопроводных сетей систем водоснабжения требует оперативного ремонта по причине старения, сопровождающегося появлением различного рода дефектов (повреждений) в виде сквозных отверстий (свищей), коррозии внутренних стенок трубопроводов, расхождения сварных швов, утонения стенок и тем самым нарушения несущей способности [1].

Восстановление трубопроводов заключается в проведении комплекса технических мероприятий для улучшения функциональных свойств существующего трубопровода с полным или частичным использованием его конструкции независимо от исходного материала изготовления труб [2–4]. Повреждения трубопроводов приводят к утечкам воды и негативным явлениям повышения уровня грунтовых вод над трубопро-

водной сетью, что ведет к снижению пористости грунтового массива и суффозионным провалам.

Согласно нормативному сроку службы, стальные трубы должны эксплуатироваться в течение 20 лет, однако, по причине указанных повреждений, исчерпывая свой ресурс, они выходят из строя значительно раньше. Возникающие аварийные ситуации, связанные с выходом из строя ветхих, а также морально устаревших инженерных сетей в городах РФ, составляют 31 % от общего количества чрезвычайных ситуаций, уступая лишь пожарам и взрывам, на долю которых приходится 34 % [5].

Если говорить о трубопроводах хозяйственно-питьевого водоснабжения, то большой проблемой является ухудшение органолептических свойств воды, подводимой потребителям. Несмотря на выполнение нормативных требований к технологии обработки воды на станциях водоподготовки, из-за многочислен-

ных дефектов труб к потребителю поступает значительно уступающая по качественным показателям вода. Кроме того, в связи с проведением активных мероприятий по сокращению водопотребления в городах (экономии воды), в ранее запроектированных водопроводных сетях снижаются скорости течения, что вызывает ухудшение органолептических показателей воды, относящихся к санитарно-гигиеническим параметрам, характеризующим оптимальные условия жизнедеятельности человека.

Применяя бестраншейные технологии ремонта трубопроводов, в частности технологию ремонта путем предварительного термомеханического сжатия полимерных труб и протаскивания их в старые трубопроводы (*Swagelining*), достигаются эффекты ресурсо- и энергосбережения, а также сохраняются качественные показатели транспортируемой питьевой воды за счет увеличения скоростей течения воды.

Современное городское строительство невозможно представить без задействования подземного пространства города. Размещение всех транспортирующих трасс подземных инженерных систем ограничено жилой застройкой и транспортными путями. Особо остро поднимается вопрос доступности коммуникаций при проведении ремонтных работ. К сегодняшнему моменту порядка 50 % сетей нуждается в замене или восстановлении, что только усиливает актуальность решения данного вопроса и необходимость в поиске новых методов прокладки и реконструкции [6]. К примеру, одним из возможных методов восстановления стальных трубопроводов является использование труб из альтернативных материалов с улучшенными гидравлическими характеристиками [7].

Непринятие оперативных мер повышения эффективности, работоспособности и реновации подземных водопроводов усугубляет ситуацию многочисленными негативными последствиями для населения и окружающей природной среды. Водопроводные сети должны обеспечивать гарантированный физический барьер от загрязнений подаваемой воды и поддерживать в ней требуемые санитарно-гигиенические показатели [8, 9].

Применение традиционных траншейных способов реконструкции может оказаться проблематичным в условиях современной городской застройки и интенсивности движения, принести большие неудобства и финансовые затраты.

Методы и материалы

В качестве материала исследований рассматривается одна из многочисленных технологий

реновации ветхих трубопроводов с помощью полимерных труб, которые подвергаются термомеханическому сжатию с последующим распрямлением в реконструируемом трубопроводе после их протяжки в ветхий существующий (*Swagelining*).

Методом исследований является анализ сметного расчета стоимости реконструкции и автоматизированный расчет потребления электроэнергии при транспортировке воды с разными температурными условиями окружающей среды.

Метод *Swagelining* применяется для бестраншейного ремонта всех типов трубопроводных сетей: напорных, самотечных, подземных, наземных. Метод применим для реконструкции трубопроводов диаметром от 100 до 1200 мм при длине ремонтируемого участка до 1000 м.

Технология позволяет быстро осуществлять установку полимерной трубы большего диаметра в старые трубопроводы меньшего диаметра за счет ее предварительного термомеханического сжатия. Таким образом, при санации изношенных трубопроводов внутри них формируется новая труба, плотно прижатая к внутренней поверхности основной трубы и превосходящая последнюю по целому ряду характеристик. При этом трубопровод приобретает двухслойную конструкцию и является самостоятельной конструкцией. Плотный пригон новой полимерной трубы к стенкам старого трубопровода создает условия весьма незначительного уменьшения его диаметра с одновременным уменьшением коэффициента гидравлического трения, т. е. обеспечение эффекта энергосбережения при транспортировке воды.

Санированные методом *Swagelining* трубы успешно прошли испытания на быструю локализацию трещин в ходе эксплуатации (ряд тестов проводился более 5000 ч) на разлом и температурные испытания с надпилотом при температуре 80 °С.

Методом *Swagelining* в Москве реконструировано 3,5 км водопроводных сетей.

К преимуществам метода *Swagelining* также можно отнести возможность обеспечить такой внутренний диаметр восстановленной трубопроводной системы за счет варьирования значением *SDR* (отношение диаметра к толщине стенки), чтобы скорости течения воды соответствовали расчетным для систем питьевого водоснабжения (т. е. порядка 1 м/с). Данное мероприятие приводит к сохранению органолептических характеристик воды.

Технология включает в себя процесс сжатия трубопровода, предварительно нагретого до температуры 70–80 °С (рис. 1). При этом коническая матрица обеспечивает сужение тру-

бопровода для его беспрепятственного протягивания внутри существующего. На следующем этапе новая труба с уменьшенным диаметром протягивается в старую трубу при помощи троса и лебедки, установленной в следующем по ходу движения трубы колодце. Протягивание производится до того момента, пока трубопровод не займет требуемое положение.

Обратный процесс деформации полимерной трубы в ветхом трубопроводе происходит автоматически за счет эффекта «памяти». Труба расширяется до тех пор, пока ее внешний диаметр не достигнет размера внутреннего диаметра старого трубопровода и не образует с его стенкой плотного соединения. При этом отпадает необходимость применения цементного раствора или специальных отвердителей.

На рис. 2 представлен результат восстановления старого трубопровода с образованием двухтрубной конструкции.

В целях расчета потребления электроэнергии $\Delta \mathcal{E}$ при использовании труб из полиэтилена в период реализации технологии *Swagelining* при транспортировке воды, в том числе в зависимости от температурных условий, использовалась формула

$$\Delta \mathcal{E} = 0,81 \cdot Q^3 \cdot l \cdot \lambda \cdot 24 \cdot 365 / (d^5 \cdot \eta_p),$$

где $\Delta \mathcal{E}$ – величина потребленной электроэнергии, кВт·ч/год; Q – расход подаваемой трубопроводом воды, м³/с; l – длина участка трубопровода, м; η_p – коэффициент полезного действия насосной установки; 24 – количество часов работы насоса в сутки, ч; 365 – количество дней в году; λ – коэффициент гидравлического трения; d – внутренний диаметр трубопровода, м.

Данная формула заложена в алгоритм автоматизированной программы расчета потребления электроэнергии при транспортировке

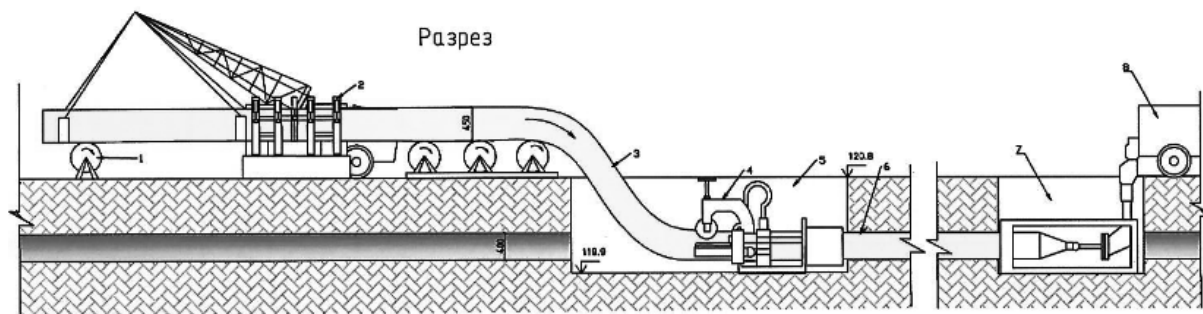


Рис. 1. Схема восстановления трубопровода по методу *Swagelining*:

1 – барабан; 2 – аппарат для сварки полиэтиленовых труб; 3 – исходная полимерная труба, подвергающаяся термомеханическому сжатию; 4 – устройство для протягивания полимерного трубопровода с топочной камерой и конической матрицей (сужающим устройством); 5 – стартовый котлован; 6 – труба, подвергаемая восстановлению; 7 – финишный колодец; 8 – тянущая машина (лебедка)

Fig. 1. Swagelining Pipeline Recovery Diagram:

1 – drum; 2 – apparatus for welding polyethylene pipes; 3 – shows an initial polymer tube subjected to thermomechanical compression; 4 – shows a device for pulling a polymer pipeline with a combustion chamber and a conical matrix (constricting device); 5 – starting pit; 6 – shows the pipe to be restored; 7 – finishing well; 8 – pulling machine (winch)



Рис. 2. Результат восстановления трубопровода

Fig. 2. Pipeline Recovery Result

воды по трубопроводам в зависимости от температурных условий транспортируемой воды и окружающей среды [10].

Результаты исследования

Для определения степени деформации трубопроводов (изменения диаметра и толщины стенки полимерной трубы после операций ее термомеханического сжатия и распрямления), при использовании технологии *Swagelining*, применялась специальная автоматизированная программа [11].

Исходными параметрами, используемыми при автоматизированных расчетах в обеих программах, являются следующие:

- внутренний диаметр ветхого стального трубопровода 500 мм;
- протяженность трубопровода 600 м;
- внутренний диаметр полиэтиленовых труб 560 и 630 мм (*SDR 21*);
- средняя температура стенки трубопровода (грунта вокруг трубы) 16 °С;
- средняя температура воды в источнике водоснабжения 16 °С (летний период) и 8 °С (зимний период);
- расход транспортируемой воды 0,14 м³/с;
- внутренние диаметры восстановленного трубопровода после проведения реновации стального трубопровода полиэтиленовой тру-

бой исходными диаметрами 560 и 630 мм соответственно 446,04 и 438,51 мм;

- коэффициент полезного действия насосной установки 0,9.

Сводная выходная информация по автоматизированному расчету параметров в летний и зимний периоды представлена в табл. 1 и 2.

Сопоставление значений потребления электроэнергии в табл. 1 и 2 по пунктам 8, т. е. с учетом температур воды и стенки трубопровода и без их учета, наблюдается расхождение, что свидетельствует о влиянии температуры воды на потребление электроэнергии: с увеличением температуры в источнике водоснабжения потребление электроэнергии уменьшается. Например, для зимнего периода разница в потреблении электроэнергии составляет:

- для диаметра 446,04 мм
10224,114 - 10217,143 = 6,971 кВт·ч в год;
- для диаметра 438,51 мм
11115,787 - 11089,143 = 26,644 кВт·ч в год.

Кроме того, необходимо отметить, что даже при незначительном уменьшении диаметра полиэтиленовой трубы (с 446,04 до 438,51 мм) происходит рост энергозатрат. Например, для зимних условий на 26,644 – 6,971= 19,673 кВт·ч в год, или на 26,16 %.

Отсюда следует вывод, что при проектировании и возможном управлении процессом транспортировки воды возникает необ-

Таблица 1
Table 1

Сводная выходная информация по результатам гидравлического и энергетического расчета двухтрубной конструкции в летний и зимний периоды при внутреннем диаметре трубопровода 446,04 мм
Summary Output for Hydraulic and Power Calculations of Double Pipe Structure in Summer and Winter with Internal Pipeline Diameter 446.04 mm

№ п/п	Расчетный показатель	Величина показателя	
		Летний период	Зимний период
1	Скорость течения воды в трубопроводе, м/с	0,896	0,896
2	Коэффициент динамической вязкости, отнесенный к потоку жидкости, Па·с	0,001131151	0.001406528
3	Коэффициент динамической вязкости, отнесенный к температуре стенки трубы, Па·с	0,001131151	0,001131151
4	Соотношение динамических вязкостей	1,0	1,243
5	Коэффициент кинематической вязкости жидкости, м²/с	0.000001096	0,000001380
6	Число Рейнольдса	364758,11	289680,3
7	Расчетный коэффициент гидравлического трения	0,013853	0,013885
8	Потребление электроэнергии через коэффициент гидравлического трения, кВт·ч в год	10217,143	10224,114

Таблица 2
Table 2

Сводная выходная информация по результатам гидравлического
и энергетического расчета двухтрубной конструкции в летний и зимний периоды
при внутреннем диаметре трубопровода 438,51 мм
Summary Output for Hydraulic and Power Calculations
of Double Pipe Structure in Summer and Winter with Pipeline ID 438.51 mm

№ п/п	Расчетный показатель	Величина показателя	
		Летний период	Зимний период
1	Скорость течения воды в трубопроводе, м/с	0,927	0,927
2	Коэффициент динамической вязкости, отнесенный к потоку жидкости, Па·с	0,001131151	0.001406528
3	Коэффициент динамической вязкости, отнесенный к температуре стенки трубы, Па·с	0,001131151	0,001131151
4	Соотношение динамических вязкостей	1,0	1,243
5	Коэффициент кинематической вязкости жидкости, м²/с	0,000001096	0,00000138
6	Число Рейнольдса	371021,66	294654,63
7	Расчетный коэффициент гидравлического трения	0,013897	0,013929
8	Потребление электроэнергии через коэффициент гидравлического трения, кВт·ч в год	11089,143	11115,787

ходимость учета температурных факторов для получения наиболее вероятных значений потребления электроэнергии, т. е. в проекты строительства трубопроводных сетей необходимо закладывать данные по температурным параметрам стенки трубопровода и транспортируемой воды и проводить расчеты потребления электроэнергии. Этому содействует моделирование, которое позволяет выявить оптимальные параметры управления процессом транспортировки воды на базе поиска минимальных значений потребления электроэнергии. Используя возможности автоматизированной программы, могут проводиться расчеты затрат электроэнергии в широком диапазоне температур стенки трубы (соответствующего материала и диаметра) и транспортируемой воды как для северных, так и южных регионов при различных значениях расходов воды и величин коэффициента полезного действия насосных установок.

Заключение

1. На основе анализа изучения литературных источников и практики проектирования ремонтно-восстановительных работ на трубопроводной сети показано, что текущее состояние трубопроводных сетей водоснабжения и водоотведения в странах мира является неудовлетворительным: наблюдается тенденция

динамичного износа трубопроводов с превышением нормативного срока службы трубопроводов, что свидетельствует о необходимости их оперативной замены.

2. Отмечена перспективность бестраншейных методов реконструкции трубопроводов, в результате применения которых можно существенно сократить время и стоимость работ, обеспечить ресурсо-и энергоэффективность восстанавливаемых трубопроводных систем, а также снизить риск нанесения вреда окружающей природной среде.

3. На основании проведенного анализа констатированы преимущества методов бестраншейной реконструкции и рекомендовано широкое использование метода *Swagelining*, что позволяет одновременно добиться двойного эффекта: ресурсосбережения, так как после ремонта будут ликвидированы утечки воды (эксфильтрация и инфильтрация); энергосбережения, т. е. снижения затрат на электроэнергию при транспортировке воды, в том числе с учетом различных температур окружающей среды.

4. На конкретных примерах с использованием автоматизированных программ представлены гидравлические и энергетические расчеты двухтрубной конструкции определенного диаметра в разные сезоны года, которые показали на возможность экономии энергоресурсов в зависимости от температурных условий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аникин Ю.В., Царев Н.С., Ушакова Л.И., Насчетникова О.Б. Технология бестраншейной прокладки и ремонта трубопроводов водоснабжения и водоотведения. Екатеринбург: изд-во Уральского университета, 2022. 84 с.

2. СП 273.1325800.2016. Водоснабжение и водоотведение. правила проектирования и производства работ при восстановлении трубопроводов гибкими полимерными рукавами. 2017. 71 с.

3. Александров В.И., Гвоздев О.Б., Карелин А.Э., Морозов А.А. Оценка влияния шероховатости внутренней поверхности гидротранспортных трубопроводов на величину удельных потерь напора // Горное оборудование и электромеханика. 2017. № 3 (130). С. 34–40.

4. Продоус О.А., Якубчик П.П. Гидравлический расчет трубопроводов из полимерных материалов с учетом параметров шероховатости внутренней поверхности труб // Водоснабжение и санитарная техника. 2020. № 11. С. 55–60.

5. Орлов В.А. Бестраншейные технологии строительства и восстановления трубопроводов систем водоснабжения и водоотведения. М.; Вологда: Инфра-Инженерия, 2023. 228 с.

6. Юдина А.Ф., Кобелев Е.А. Инновационные технологии бестраншейной прокладки новых и ремонта старых инженерных сетей // Вестник гражданских инженеров. 2017. № 3(62). С. 101–108.

7. Продоус О.А. Прогнозирование потерь напора в трубопроводах из разных полимерных материалов // Водоснабжение и санитарная техника. 2018. № 8. С. 60–64.

8. Храменков С.В. Время управлять водой. М.: ЗАО Московские учебники и картолитография, 2008. 280 с.

9. Примин О.Г. Утечки воды. М.: изд-во МГСУ, 2022. 167 с.

10. Орлов В.А., Зоткин С.П., Иншаклова М.А. Расчет потребления электроэнергии при транспортировке воды по напорным трубопроводам. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021613107 от 02.03.2021.

11. Орлов В.А., Зоткин С.П., Зоткина И.А., Хренов К.Е. Расчет параметров работы трубопроводов, восстанавливаемых предварительно сжатыми полимерными трубами. Свидетельство о государственной регистрации программы на ЭВМ № 2014612753 от 06.03.2014.

2. SP 273.1325800.2016. Water supply and sanitation. Rules for Design and Execution of Work when Restoring Pipelines with Flexible Polymer Hoses. Moscow, 2017. 71 p. (In Russian)

3. Alexandrov V.I., Gvozdev O.B., Karelin A.E., Morozov A.A. Assessment of the influence of the roughness of the internal surface of hydraulic transport pipelines on the value of specific head losses. *Gornoe oborudovanie i jelectromehnika* [Mining equipment and electromechanics], 2017, no. 3, pp. 34–40. (in Russian)

4. Prodous O.A., Yakubchik P.P. Hydraulic calculation of pipelines made of polymeric materials taking into account the roughness parameters of the inner surface of pipes. *Vodosnabzhenie i sanitarnaja tehnika* [Water Supply and Sanitary Equipment], 2020, no. 11, pp. 55–60. (in Russian)

5. Orlov V.A. *Bestranshejnye tehnologii stroitel'stva i vosstanovlenija truboprovodov sistem vodosnabzhenija i vodoootvedenija* [Transtanshey technologies for construction and restoration of pipelines of water supply and sewerage systems]. Moscow, Voologda, Infra-Inzeneria, 2023. 228 p.

6. Yudina A.F., Kobelev E.A. Innovative technologies of trenchless laying of new and repair of old engineering networks. *Vestnik grazhdanskih inzhenerov* [Bulletin of Civil Engineers], 2017, no. 3(62), pp. 101–108. (in Russian)

7. Prodous O.A. Prediction of head losses in pipelines made of different polymeric materials. *Vodosnabzhenie i sanitarnaja tehnika* [Water Supply and Sanitary Equipment], 2018, no. 8, pp. 60–64. (in Russian)

8. Khramenkov S.V. *Vremja upravljat' vodoj* [Time to manage water]. Moscow, CJSC Moscow Textbooks and Cartolithography, 2008. 280 p.

9. Primin O.G. *Utechki vody* [Water leaks]. Moscow, MGSU, 2022. 167 p.

10. Orlov V.A., Zotkin S.P., Inshakova M.A. Calculation of electricity consumption during water transportation through pressure pipelines. Certificate of state registration of the computer program. 2021. N. 2021613107.

11. Orlov V.A., Zotkin S.P., Zotkina I.A., Khrenov K.E. Calculation of pipeline operation parameters restored by pre-compressed polymer pipes. Certificate of state registration of the computer program. 2014. N. 2014612753.

REFERENCES

1. Anikin Y.V., Tsarev N.S., Ushakova L.I., Naschetnikova O.B. *Tehnologija bestranshejnoy prokladki i remonta truboprovodov vodosnabzhenija i vodoootvedenija* [Technology of trenchless laying and repair of water supply and drainage pipelines]. Ekaterinburg, Ural University Publishing House, 2022. 84 p.

Об авторах:

ОРЛОВ Владимир Александрович

доктор технических наук, профессор
кафедры водоснабжения и водоотведения
Национальный исследовательский Московский
государственный строительный университет
129337, Россия, г. Москва, Ярославское шоссе, 26
E-mail: orlov950@yandex.ru

ORLOV Vladimir A.I.

Doctor of Engineering Science, Professor
of the Water Supply and Wastewater Chair
National Research Moscow State University of Civil
Engineering
129337, Russia, Moscow, Yaroslavskoye hw., 26
E-mail: orlov950@yandex.ru

ЗОТКИН Сергей Петрович

кандидат технических наук, доцент, профессор
кафедры информатики и прикладной математики
Национальный исследовательский Московский
государственный строительный университет
129337, Россия, г. Москва, Ярославское шоссе, 26
E-mail: zotkinsp@mgsu.ru

ZOTKIN Sergey P.

PhD in of Engineering Sciences, Associate Professor,
Professor of the Computer Science and Applied
Mathematics Chair
National Research Moscow State University of Civil
Engineering
129337, Russia, Moscow, Yaroslavskoye hw., 26
E-mail: zotkinsp@mgsu.ru

ПОДОЛЯН Дмитрий Владимирович

аспирант кафедры водоснабжения и водоотведения
Национальный исследовательский Московский
государственный строительный университет
129337, Россия, г. Москва, Ярославское шоссе, 26
E-mail: dim.p-2010@yandex.ru

PODOLYAN Dmitry V.

Postgraduate Student of the Water Supply and
Wastewater Chair
National Research Moscow State University
of Civil Engineering
129337, Russia, Moscow, Yaroslavskoye hw., 26
E-mail: dim.p-2010@yandex.ru

ГОГИНА Елена Сергеевна

кандидат технических наук, доцент,
главный научный сотрудник
Научно-исследовательский институт строительной
физики РААСН
127238, Россия, г. Москва, Локомотивный проезд, 21,
тел. (495) 482-40-76
E-mail: niisf@niisf.ru

GOGINA Elena S.

PhD in of Engineering Sciences, Associate Professor,
Chief researcher
Research Institute of Construction Physics RAASN
127238, Russia, Moscow, Lokomotivny proezd, 21,
tel. (495) 482-40-76
E-mail: niisf@niisf.ru

Для цитирования: Орлов В.А., Зоткин С.П., Подольян Д.В., Гогина Е.С. Оперативное восстановление пропускной способности старых стальных трубопроводов с достижением эффекта энергосбережения за счет снижения величин гидравлических сопротивлений // Градостроительство и архитектура. 2024. Т. 14, № 1. С. 12–18. DOI: 10.17673/Vestnik.2024.01.02.

For citation: Orlov V.A., Zotkin S.P., Podolyan D.V., Gogina E.S. Rapid recovery of old steel piping capacity with energy saving effect by reducing hydraulic resistance values. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2024, vol. 14, no. 1, pp. 12–18. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2024.01.02.

О. А. САМОДОЛОВА
Д. В. УЛЬРИХ
Т. М. ЛОНЗИНГЕР
С. Г. ГОЛОВИНА

СКОРЛУПА ГРЕЦКОГО ОРЕХА КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ СОРБЕНТ В ОЧИСТКЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ СТОЧНЫХ ВОД С ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

WALNUT SHELLS AS A PROMISING SORBENT FOR TREATMENT
OF URBAN SURFACE WASTEWATER

Пищевая промышленность является одной из наиболее стабильных отраслей мирового рынка, который ежегодно демонстрирует рост объемов производства, в том числе ядра грецкого ореха, с последующим образованием отходов при его переработке. Перспективным способом утилизации является использование скорлупы грецкого ореха в качестве материала для производства сорбента. Цель исследования – оценка сорбционной способности скорлупы грецкого ореха при очистке поверхностных сточных вод с городских территорий. Объектом исследований являлись поверхностные сточные воды с городских территорий. При исследованиях использовалось оборудование OPTIMA 2100DV (Perkin Elmer), pH-метр 150МИ, электронный растровый микроскоп JEOL JSM-6460 LV. Полученные экспериментальные данные показали, что скорлупа грецкого ореха является перспективным материалом для изготовления сорбентов.

Ключевые слова: поверхностные сточные воды, сорбент, скорлупа грецкого ореха, сорбция, локальная очистка

Food industry is one of the most stable sectors of the global market demonstrating the annual growth of the production output, including in the walnut kernel production, with subsequent generation of waste as a result of its processing. The use of walnut shells as a material for production of sorbents is a promising method of waste disposal. The goal of this research is to evaluate the sorption capacity of walnut shells to clean surface wastewater from urban territories. The object of research was the surface wastewater from urban territories. OPTIMA 2100DV spectrometer (Perkin Elmer), pH-150MI microprocessor pH meter, and JEOL JSM-6460 LV scanning electron microscope were used during the research. The obtained experiment data have shown that walnut shells are a promising material for production of sorbents.

Keywords: surface wastewater, sorbent, walnut shells, sorption, local treatment

Введение

Начиная с 2012 г. мировое производство грецкого ореха выросло на 88 %, а в 2020 г. их доля в мировых продажах была на уровне 19 %, обеспечив второе место в рейтинге востребованности и популярности среди потребителей. Период 2022/2023 г. определил для грецкого ореха самые лучшие перспективы. Благодаря хорошим урожаям практически во всех регионах произрастания наблюдается общий рост на 12 %, до 2,7 млн т орехов в скорлупе, а с учетом переходящих остатков миру будет предложено 2,9 млн т (+20 %). Очищенных орехов планируется произвести на 20 % больше (1,2 млн т), а общее предложение на рынке вырастет на 30 %, до 1,3 млн т. Крупнейшим мировым производителем является Китай, где урожай 2022/2023 г. прогнозируется на уровне 1,4 млн т. Далее идут США, урожай – 715 тыс. т, что на 9 % больше,

чем в 2021 г. Третье место занимает Чили – 170 тыс. т, что на 4 % больше, чем в 2021 г. [1, 2].

Побочными продуктами (отходами) при производстве ядра грецкого ореха являются скорлупа и перегородки. Скорлупа грецкого ореха состоит из 17,74 % целлюлозы, 36,06 % гемицеллюлозы и 36,90 % лигнина [3]. При переработке среднестатистического ореха, принятого у населения, из 3 кг целого, просушенного ореха можно получить 1 кг ядра. У сортовых грецких орехов показатель выхода ядра заметно выше – 35–45 %, а у некоторых сортов – даже до 50 %. Поэтому сортовые орехи ценятся намного больше [4]. Согласно статистике по оценке мирового производства грецких орехов процент отходов урожая, полученного в 2022/2023 г. составляет 56 % от всего объема (1 604 тыс. т) [2]. Весь этот объем необходимо утилизировать, так как отходы представляют собой колоссальную проблему для окружающей среды.

В настоящее время скорлупа грецкого ореха нашла применение в промышленности, в том числе:

- для изготовления биотоплива – в качестве субстрата биопленочного реактора микроводорослей (для выращивания биопленки микроводорослей и накопления липидов [5]);
- в качестве биодобавки в муку и хлебобулочные изделия (зеленая скорлупа грецкого ореха) [6]; добавки для производства хлеба функционального назначения позволяет повысить качество, а также пищевую и биологическую ценность хлеба, снизить энергетическую ценность, увеличить выход и срок сохранения свежести хлеба [7];
- в производстве алкогольных напитков – бальзамов [8];
- в косметической промышленности (добавляют в скрабы, крема, пилинги, сыворотки, средства для механической депиляции [9]);
- в качестве абразивного материала для пескоструйных работ. Абразивы из скорлупы грецкого ореха имеют широкий спектр применения, особенно в промышленных областях, поскольку они обладают уникальными физическими характеристиками и химическими свойствами [10];
- в качестве сорбентов органических загрязнителей и тяжёлых металлов для очистки сточных вод различного происхождения [11].

Известные области применения сорбентов из скорлупы грецкого ореха: в виде золы для эффективного улавливания нефтепродуктов [12].

Биоуголь, полученный из промышленных отходов красного шлама и недорогой скорлупы грецкого ореха, позволяет простым методом пиролиза адсорбировать фосфор в сточных водах [13].

Используется загрузка из скорлупы грецкого ореха для сорбционных фильтров в устройствах кондиционирования для эффективной очистки от органических веществ, дезинфекции и дезодорации воздуха в помещениях [14]; очистки газоздушных смесей от летучих органических соединений [15]. Активированный уголь из скорлупы грецкого ореха позволяет улавливать газообразный йод с высокой концентрацией в динамических условиях [16].

С помощью фильтров из скорлупы грецкого ореха проводится одновременное электрохимическое обнаружение ионов тяжелых металлов в пробах воды и почвы [17].

Испарители воды на основе скорлупы грецкого ореха могут иметь потенциальное применение при опреснении воды, производстве водорода/электроэнергии на основе испарения воды, особенно в некоторых развивающихся странах или отдаленных районах [18].

Скорлупа грецкого ореха используется для получения пористых и полировочных материалов для драгоценных металлов и ювелирных изделий, полировки загрязнений, деревянного корпуса, джинсовой полировки, полировки бамбука и изделий из дерева, фильтров очистки маслянистых сточных вод и обезжиривания. Фильтрующий материал из скорлупы грецкого ореха широко используется в нефтяной, химической, кожевенной и других отраслях промышленности для очистки сточных вод и в городском водоснабжении для дренажа, является идеальным фильтрующим материалом для очистки воды и воздуха в различных фильтрах [10, 19].

Литературный обзор, проведенный группой исследователей, доказывает эффективность использования измельченной скорлупы грецкого ореха в качестве сорбционного материала для удаления ионов металлов, красителей и некоторых органических соединений из водных сред. Показано также, что повысить сорбционные характеристики возможно путем химической модификации скорлупы грецкого ореха [20].

Цель данной работы – оценка сорбционной способности скорлупы грецкого ореха при очистке поверхностных сточных вод с городских территорий.

Материалы и методы

Объект исследований – поверхностные сточные воды с городских территорий. Скорлупу грецкого ореха перед проведением исследования измельчали и подвергали термической обработке (карбонизации) в течение 15 мин при температуре 300 °С. Карбонизация органического материала имеет ряд преимуществ по сравнению с другими способами модификации. Обычно процесс занимает всего несколько часов (вместо дней или месяцев), что позволяет создать более компактную конструкцию реактора. Высокие температуры процесса могут разрушать патогенные микроорганизмы и улучшить сорбционные характеристики материала [1].

Поверхностные сточные воды с городских территорий города Челябинска отбирали согласно общепринятым методикам.

Эффективность сорбционного процесса оценивали в статических и динамических условиях. Исследование в статических условиях проводили при использовании метода ограниченного объема при соотношении твёрдая фаза-жидкость, равном 1:20. Сорбент помещали в лабораторный стакан, поллютанты находились в жидкой фазе и приводились в контакт

с неподвижным сорбентом. Температуру системы изменяли от 0 до 20 °С. Время экспозиции составляло 3–168 ч.

Исследования в динамическом режиме проходили на специальной установке, где поллютанты в подвижной жидкой фазе пропускались через слой сорбента. Размеры сорбционной колонки в лабораторной установке составляли: высота 250 мм; диаметр 50 мм; высота загрузки 150 мм. При динамическом режиме сорбции расход исследуемого стока составлял 0,3; 0,6; 1,2; 13,8 л/ч.

Изменение состава исследуемого стока при взаимодействии с сорбентами определяли методом атомно-эмиссионной спектromетрии на приборе OPTIMA 2100DV (Perkin Elmer). В качестве фонового раствора применяли воду особой очистки, полученную на приборе очистки воды «Simplicity UV». Водородный показатель измеряли на рН-метре 150МИ.

Структуру и состав поверхности сорбентов изучали на электронном растровом микроскопе JEOL JSM-6460 LV с приставкой для микроанализа. Электронно-микроскопический анализ карбонизированной скорлупы грецкого ореха показал, что фрагменты сорбента имеют неправильную форму с шершавой поверхностью и состоят из углерода, кислорода и незначительного количества калия. Размер компонентов (кусков) материала варьируется от 1 до 10 мм. Результаты микроанализа приведены в табл. 1.

Исследование микрорельефа поверхности проводилось при степени увеличения в 500 и в 1 200 раз. Микрофотографии гранул приведены на рис. 1.

На них, хорошо видна развитая пористая структура сорбента.

Таблица 1
Table 1

Результаты микроанализа образца, %
Results of microanalysis of the sample, %

№ области анализа	C	O	K
1	55,26	44,46	0,28
2	56,40	43,49	0,11

Результаты исследования

В табл. 2 приведены результаты исследования эффективности сорбционного процесса в системе карбонизированная скорлупа грецкого ореха – сточная (ливневая) вода в статических условиях.

Полученные данные показывают, что карбонизированная скорлупа грецкого ореха обеспечивала полное извлечение хрома и меди из сточной ливневой воды, независимо от температуры и времени контакта.

Концентрация катионов железа максимально снижается на 99,6 % при времени экспозиции 3 ч и температуре 20 °С. При увеличении времени контакта, при данной температуре, в системе происходит снижение степени извлечения поллютанта.

Сорбция алюминия наиболее эффективно происходит при температуре 0 °С, причем время взаимодействия имеет важное значение – чем больше время контакта, тем эффективнее происходит очистка сточной воды. При температуре 10 и 20 °С максимальная степень извлечения алюминия составляет 82 % (168 ч / 7 сут).

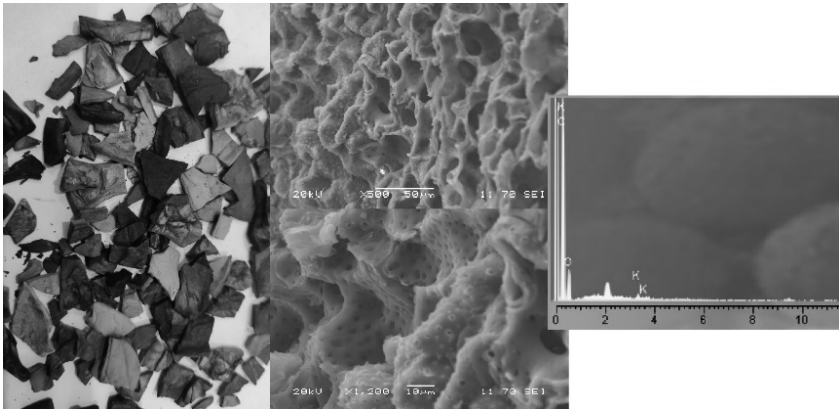


Рис. 1. Микрофотографии скорлупы грецкого ореха (карбонизированного) и данные микроанализа
Fig. 1. Walnut shell (carbonized) micrographs and microanalysis data

Таблица 2
Table 2

Эффективность извлечения загрязнителей из сточной воды
в зависимости от температуры, °С и времени контакта, %
Efficiency of extraction of pollutants from waste water depending
on temperature, °C and contact time, %

Показатель	Содержание тяжелых металлов в поверхностном стоке, мг/л	Эффективность очистки при температуре и времени контакта, %								
		0 °C			10 °C			20 °C		
		3 ч	6 ч	168 ч	3 ч	6 ч	168 ч	3 ч	6 ч	168 ч
Алюминий (3+)	2,707	76	82	88	71	76	82	41	65	82
Хром (3+)	0,01	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Медь (2+)	0,028	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Железо (общ.)	2,624	80	76	87	72	59	40	99,6	69	68
Магний (2+)	12,306	67	73	76	69	73	74	61	71	72
Цинк (2+)	0,286	83	83	83	83	67	67	83	83	83

Очистка сточной воды от цинка происходит при заданных температурах с максимальной эффективностью 83 %.

С увеличением времени контакта концентрация катионов магния в растворе увеличивается. Магний является обменным катионом, который содержится в скорлупе грецкого ореха и переходит в раствор в процессе хемосорбции, его замещают катионы тяжёлых металлов из сточной воды. Экспериментальные данные показывают, что взаимодействие скорлупы грецкого ореха со сточной водой является сложным физико-химическим процессом, состоящим из нескольких видов взаимодействия (адсорбция, хемосорбция, десорбция), на эффективность которого оказывает влияние скорость диффузии катионов в растворе, определяемая временем контакта сорбента с сорбатом и температурой системы.

На рис. 2 представлены фотографии системы сорбент – сорбат при проведении эксперимента в статических условиях. Отчётливо видно, что цвет сорбата при контакте с сорбентом изменяется, снижается мутность раствора. В процессе очистки наблюдалось изменение цветности сточной воды, что вызвано наличием в скорлупе грецкого ореха дубильных веществ, пигмента (органическое соединение – юглон), и его переход из сорбента в сточную воду.

График на рис. 3 показывает зависимость водородного показателя от времени контакта сорбента с сорбатом и температуры системы.

При увеличении времени контакта сорбента с сорбатом происходит повышение pH системы, что связано с поглощением загрязнителей из сточной воды. С повышением температуры степень сорбции уменьшается. Адсорбционные процессы при повышении температуры замедляются, а процессы хемосорбции активируются при росте температуры системы, поэтому на графиках результирующий процесс проявляется увеличением водородного показателя с ростом температуры, что соответственно связано с повышением сорбционной способности системы.

В табл. 3 приведены результаты исследования системы скорлупа грецкого ореха – сточные воды с городских территорий в динамических условиях. Приведенные в таблице данные являются средними значениями для трех проб, отобранных в течение двух часов, через равные промежутки времени.

Исследования в динамических условиях показали, что эффективность очистки сточных вод от катионов хрома не зависит от расхода сорбата и равна 100 %. При сорбции меди увеличение расхода фильтрата до 13,8 л/ч снижает эффективность процесса в два раза. Катионы алюминия полностью сорбируются из сточной воды при расходе фильтрата 1,2 и 13,8 л/ч. Катионы железа предпочтительно извлекать скорлупой грецкого ореха при расходе фильтрата 0,6 л/ч, при этом эффективность очистки составляет 63 %. Сорбция цинка из сточных вод при использовании карбонизированной скорлупы грецкого ореха в качестве сорбента не происходит.

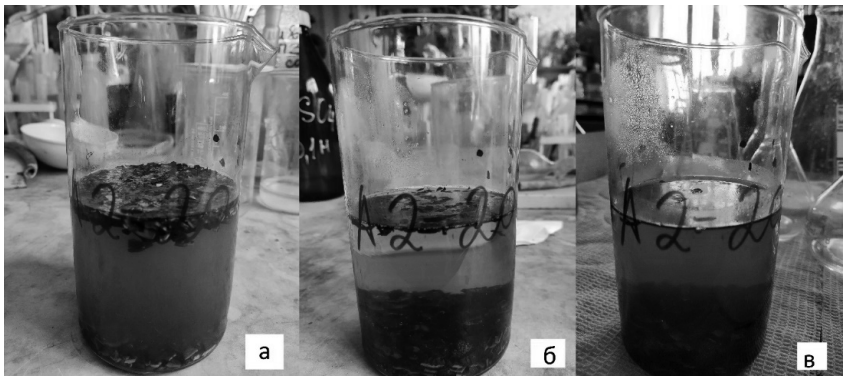


Рис. 2. Изучение сорбции поллютантов из пробы в статических условиях:
а – при контакте сорбента с сорбатом 0 ч; б – при контакте сорбента с сорбатом 72 ч;
в – при контакте сорбента с сорбатом 168 ч
Fig. 2. Study of the sorption of pollutants from the sample under static conditions:
а – at contact of sorbent with sorbate for 0 h; б – at contact of sorbent with sorbate 72 h;
в – at contact of sorbent with sorbate 168 h

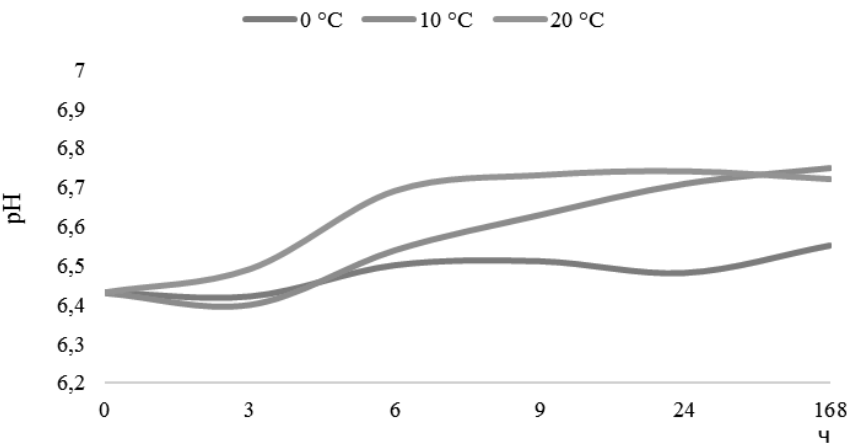


Рис. 3. Изменение pH при изменении температуры и времени контакта сорбента
(скорлупы грецкого ореха) с сорбатом (сточная вода)
Fig. 3. Change in pH when changing the temperature and contact time of the sorbent
(walnut shells) with sorbate (waste water)

Таблица 3
Table 3

Эффективность очистки сточных вод от поллютантов
Efficiency of waste water treatment from pollutants

Показатель	Эффективность очистки при расходе сорбата, %			
	0,3 л/ч	0,6 л/ч	1,2 л/ч	13,8 л/ч
Алюминий (3+)	50	56	100	100
Хром (3+)	100	100	100	100
Медь (2+)	100	100	100	50
Железо (общ.)	61	63	44	40
Магний (2+)	29	31	36	45
Цинк (2+)	0	0	0	0

Заключение и обсуждение

Исследована эффективность сорбционной способности карбонизированной скорлупы грецкого ореха при очистке поверхностных сточных вод с городских территорий в статических и динамических условиях.

Полученные данные показывают, что карбонизированная скорлупа грецкого ореха обеспечивает полное извлечение хрома и меди из сточной ливневой воды независимо от температуры и времени контакта.

Концентрация катионов железа максимально снижается на 99,6 % при времени экспозиции 3 ч и температуре 20 °С.

Очистка сточной воды от цинка происходит при заданных температурах с максимальной эффективностью 83 %.

Экспериментальные данные показывают, что взаимодействие скорлупы грецкого ореха со сточной водой является сложным физико-химическим процессом, состоящим из нескольких видов взаимодействия (адсорбция, хемосорбция, десорбция), на эффективность которого оказывает влияние скорость диффузии катионов в растворе, определяемая временем контакта сорбента с сорбатом и температурой системы. При увеличении времени контакта сорбента с сорбатом происходит повышение pH системы, что связано с поглощением поллютантов из сточной воды.

Исследования в динамических условиях показали, что эффективность очистки сточных вод от катионов хрома не зависит от расхода сорбата и равна 100 %. При сорбции меди увеличение расхода фильтрата до 13,8 л/ч снижает эффективность процесса в два раза. Катионы алюминия полностью сорбируются из сточной воды при расходе фильтрата 1,2 и 13,8 л/ч. Катионы железа предпочтительно извлекать скорлупой грецкого ореха при расходе фильтрата 0,6 л/ч, при этом эффективность очистки составляет 63 %. Сорбция цинка из сточных вод при использовании карбонизированной скорлупы грецкого ореха в качестве сорбента не происходит.

Экспериментальные данные показали, что скорлупа грецкого ореха, карбонизированная при температуре 300 °С в течение 15 мин, является перспективным сорбционным материалом для извлечения из сточных вод ионов тяжёлых металлов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Растительные материалы как сырье для производства сорбентов [Электронный ресурс]. URL: <http://dspace.bstu.ru/bitstream/123456789/3744/1/27.pdf?ysclid=ljb35rp7v4901300967> (дата обращения: 25.06.2023).
2. Орехи 2022/2023: производство, предложение, прогнозы. Кедровые и грецкие орехи, pekan [Электронный ресурс]. URL: <https://berekat.ru/info/articles/orekhi-2022-2023-proizvodstvo-predlozhenie-prognozy-kedrovye-i-gretskie-orekhi-pekan/?ysclid=ljp6e8nf60899773357> (дата обращения: 05.07.2023).
3. Yabalak E., Eliuz E. Green synthesis of walnut shell hydrochar, its antimicrobial activity and mechanism on some pathogens as a natural sanitizer // Food Chemistry. 2021. V. 366 (3). DOI: 10.1016/j.foodchem.2021.130608.
4. Грецкий орех: правила закупки и переработки сырья [Электронный ресурс]. URL: <https://berekat.ru/info/articles/gretskiy-orekh-pravila-zakupki-i-pererabotki-syrya/> (дата обращения: 08.07.2023).
5. A novel microalgal biofilm reactor using walnut shell as substratum for microalgae biofilm cultivation and lipid accumulation / X. Zou, K. Xu, W. Chang, Y. Qu, Y. Li // Renewable Energy. V. 175. 2021. P. 676–685.
6. Хошимова Н. Х., Джахангирова Г. З. Обогащение муки и хлебобулочных изделий на основе нетрадиционного сырья // Universum: технические науки. 2022. № 11–4 (104). С. 68–72.
7. Способ производства хлеба функционального назначения: пат. № 2613249 Рос. Федерация, № 2016101108 / Е. И. Пономарева, С. И. Лукина, А. В. Одинцова [и др.]; заявл. 15.01.2016; опубл. 15.03.2017.
8. Бальзам: пат. № 2171836 Рос. Федерация № 99109513/13 / Кочергина В. Е., Фурсов Г. А., Глазнев Н. Г.; заявл. 07.05.1999; опубл. 10.08.2001.
9. Средство для механической эпиляции: пат. № 2088208 Рос. Федерация, № 93016769/14 / Шкурко В. Ф., Шкурко З. А.; заявл. 31.03.1993; опубл. 27.08.1997.
10. Абразивные материалы из скорлупы грецкого ореха [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.xinliabrasive.com/Walnut-Shell-Abrasives-ru.html?ysclid=ljci2auw29876036810> (дата обращения 26.06.2023).
11. Albatrni H., Qiblawey H., Al-Marri M.J. Walnut shell based adsorbents: A review study on preparation, mechanism, and application // Journal of Water Process Engineering. 2022. V. 45. DOI: 10.1016/j.jwpe.2021.102527.
12. Синтез высокоэффективных сорбентов из скорлупы грецкого ореха / Б. А. Темирханов, З. Х. Султыгова, Р. Д. Арчакова, З. С.-А. Медова // Сорбционные и хроматографические процессы. 2012. Т. 12. Вып. 6. С. 1025–1032.
13. Functional biochar fabricated from red mud and walnut shell for phosphorus wastewater treatment: Role of minerals / J. Yang, X. Ma, Q. Xiong, X. Zhou, H. Wu, S. Yan, Z. Zhang // Environmental Research. 2023. N. 323. DOI: 10.1016/j.envres.2023.116348.
14. Углеродные сорбенты в процессах обеззараживания воздуха / Е.А. Фарберова, А.В. Виноградова, К.А. Ощепкова, Е.А. Тиньгаева // Бутлеровские сообщения. 2017. Т. 52. № 10. С. 98–103.
15. Новые углеродсодержащие материалы для очистки газовоздушных смесей от летучих органических соединений / Н.Н. Несипбаева, Р.Р. Токпаев, А.Т. Кабулов, Н.Х. Байматова // Вестник Восточ-

но-Казахстанского государственного технического университета им. Д. Серикбаева. 2017. № 2. С. 84–89.

16. An activated carbon from walnut shell for dynamic capture of high concentration gaseous iodine / X. Yang, D. Xie, W. Wang, S. Li, Z. Tang, S. Dai // Chemical Engineering Journal. 2023. N. 454. DOI: 10.1016/j.cej.2022.140365.

17. Biomass valorization of walnut shell into biochar as a resource for electrochemical simultaneous detection of heavy metal ions in water and soil samples: Preparation, characterization, and applications / Y. El Hamdouni, S. El Hajjaji T. Szabó, L. Trif, I. Felhősi, K. Abbi, N. Labjar, L. Harmouche, A. Shaban // Arabian Journal of Chemistry. 2022. N. 15. DOI: 10.1016/j.arabjc.2022.104252.

18. Turning waste into treasure: Carbonized walnut shell for solar-driven water evaporation / Y. Wang, X. Luo, X. Song, W. Guo, K. Yu, C. Yang, F. Qu // Materials Letters. 2022. V. 307. DOI: 10.1016/j.matlet.2021.131057.

19. Науменко Д.В., Шаповалов В.В. Получение активных углей из скорлупы грецкого ореха для очистки воздуха и воды // Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов: сб. материалов XIII международной научной конференции аспирантов и студентов. Донецк: Донецкий национальный технический университет, 2019. С. 9–11.

20. Использование скорлупы грецкого ореха (*Juglans Regia*) в качестве сорбционных материалов для удаления поллютантов из природных сточных вод / И.Г. Шайхиев, С.В. Свергузова, К.И. Шайхиева, Ж.А. Сапронова // Химия растительного сырья. 2020. № 2. С. 5–18.

REFERENCES

1. *Plant materials as raw materials for sorbento production*. Available at: <http://dspace.bstu.ru/bitstream/123456789/3744/1/27.pdf?ysclid=ljb35rp7v4901300967> (accessed 25 June 2023).

2. *Nuts 2022/2023: production, supply, forecasts. Pine and walnuts, pecan*. Available at: <https://berekat.ru/info/articles/orekhi-2022-2023-proizvodstvo-predlozhenie-prognozy-kedrovye-i-gretskie-orekhi-pekani/?ysclid=ljp6e8nf60899773357> (accessed 05 July 2023).

3. Yabalak E., Eliuz E. Green synthesis of walnut shell hydrochar, its antimicrobial activity and mechanism on some pathogens as a natural sanitizer. Food Chemistry. 2021. V. 366 (3). DOI: 10.1016/j.foodchem.2021.130608

4. *Walnut: rules for the purchase and processing of raw materials*. Available at: <https://berekat.ru/info/articles/gretskiy-orekh-pravila-zakupki-i-pererabotki-syrya/> (accessed 08 July 2023).

5. Zou X., Xu K., Chang W., Qu Y., Li Y. A novel microalgal biofilm reactor using walnut shell as substratum for microalgae biofilm cultivation and lipid accumulation. Renewable Energy. V. 175. 2021. P. 676–685.

6. Khoshimova N. Kh., Dzhakhangirova G. Z. Enrichment of flour and bakery products based on unconventional raw materials. *Universum: tehnicheskie*

nauki [Universum: Technical Sciences], 2022, no. 11–4 (104), pp. 68–72. (in Russian)

7. Ponomareva E.I., Lukina S.I., Odintsova A.V. *Sposob proizvodstva hleba funkcional'nogo naznachenija* [Functional purpose bread production method]. Patent RF, no. 2613249, 2017.

8. Kochergina V.E., Fursov G.A., Glaznev N.G. *Bal'zam* [Balm]. Patent RF, no. 2171836, 2001.

9. Shkurko V.F., Shkurko Z. A. *Sredstvo dlja mehanicheskoy jepilljacji* [Mechanical epilation agent]. Patent RF, no. 2088208, 1997.

10. *Walnut shell abrasives*. Available at: <https://ru.xinliabrasive.com/Walnut-Shell-Abrasives-ru.html?ysclid=ljci2auw29876036810> (accessed 26 June 2023).

11. Albatrni H., Qiblawey H., Al-Marri M.J. Walnut shell based adsorbents: A review study on preparation, mechanism, and application. Journal of Water Process Engineering. 2022. V. 45. DOI: 10.1016/j.jwpe.2021.102527

12. Temirkhanov B.A., Sultygova Z.Kh., Archakova R.D., Medova Z.S-A. Synthesis of highly effective walnut shell sorbents. *Sorbcionnye i hromatograficheskie process* [Sorption and Chromatographic Processes], 2012, vol. 12, no. 6, pp. 1025–1032. (in Russian)

13. Yang J., Ma X., Xiong Q., Zhou X., Wu H., Yan S., Zhang Z. Functional biochar fabricated from red mud and walnut shell for phosphorus wastewater treatment: Role of minerals. Environmental Research. 2023. N. 323. DOI: 10.1016/j.envres.2023.116348

14. Farberova E.A., Vinogradova A.V., Oshchepkova K.A., Tingaeva E.A. *Uglerodnye sorbenty v processah obezrazazhivaniya vozduha* [Carbon sorbents in air disinfection processes], 2017, vol. 52, no. 10, pp. 98–103. (in Russian)

15. Nesipbaeva N.N., Tokpayev R.R., Kabulov A.T., Baymatova N.H. New carbon-containing materials for the purification of gas-air mixtures from volatile organic compounds. *Vestnik Vostochno-Kazhastanskogo gosudarstvennogo tehnikeskogo universiteta im. D. Serikbaeva* [Bulletin of East Kazakhstan State Technical University named after D. Serikbayev], 2017, no. 2, pp. 84–89. (in Russian)

16. Yang X., Xie D., Wang W., Li S., Tang Z., Dai S. An activated carbon from walnut shell for dynamic capture of high concentration gaseous iodine. Chemical Engineering Journal. 2023. N. 454. DOI: 10.1016/j.cej.2022.140365

17. Hamdouni Y. El., Hajjaji S. El., Szabó T., Trif L., Felhősi I., Abbi K., Labjar N., Harmouche L., Shaban A. Biomass valorization of walnut shell into biochar as a resource for electrochemical simultaneous detection of heavy metal ions in water and soil samples: Preparation, characterization, and applications. Arabian Journal of Chemistry. 2022. N. 15. DOI: 10.1016/j.arabjc.2022.104252

18. Wang Y., Luo Y., Song X., Guo W., Yu K., Yang C., Qu F. Turning waste into treasure: Carbonized walnut shell for solar-driven water evaporation. Materials Letters. 2022. V. 307. DOI: 10.1016/j.matlet.2021.131057

19. Naumenko D.V., Shapovalov V.V. Production of active coals from walnut shells for air and water purification. *Ohrana okruzhajushhej sredy i racional'noe*

ispol'zovanie prirodnih resursov: sb. materialov XIII mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii aspirantov i studentov [Environmental Protection and Rational Use of Natural Resources: Sat. materials of the XIII International Scientific Conference of Graduate Students and Students]. Donetsk: Donetsk National Technical University, 2019, pp. 9–11. (In Russian).

20. Shaikhiev I.G., Sverguzova S.V., Shaikhieva K.I., Sapronova Zh.A. Use of walnut shells (*Juglans Regia*) as sorption materials to remove pollutants from natural wastewater. *Himiya rastitel'nogo syr'ya* [Plant Raw Material Chemistry], 2020, no. 2, pp. 5–18. (in Russian)

Об авторах:

САМОДОЛОВА Олеся Александровна

аспирант кафедры градостроительства, инженерных сетей и систем
Южно-Уральский государственный университет
454080, Россия, г. Челябинск, пр. В.И. Ленина, 76
E-mail: samodolova@mail.ru

SAMODOLOVA Olesya A.

Postgraduate Student of the Town Planning, Engineering Networks and Systems Chair
South Ural State University
454080, Russia, Chelyabinsk, 76 Lenin Prospekt, 76
E-mail: samodolova@mail.ru

УЛЬРИХ Дмитрий Владимирович

доктор технических наук, доцент, директор архитектурно-строительного института
Южно-Уральский государственный университет
454080, Россия, г. Челябинск, пр. В.И. Ленина, 76
профессор кафедры водопользования и экологии
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет
190005, Россия, г. Санкт-Петербург,
ул. 2-я Красноармейская, 4
E-mail: ulrikhdv@susu.ru

ULRIKH Dmitrii V.

Doctor of Engineering Sciences, Associate Professor, Director of the Institute of Architecture and Construction
South Ural State University
454080, Russia, Chelyabinsk, 76 Lenin Prospekt, 76
Professor of the Water Use and Environment Chair
St Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering
1900054, Russia, Saint Petersburg,
2nd Krasnoarmeyskaya str., 4
E-mail: ulrikhdv@susu.ru

ЛОНЗИНГЕР Татьяна Моэровна

кандидат технических наук, доцент, научный сотрудник кафедры материаловедения и физико-химии материалов
Южно-Уральский государственный университет
454080, Россия, г. Челябинск, пр. В.И. Ленина, 76
E-mail: lonzinger@tm@susu.ru

LONZINGER Tatiana M.

PhD in Engineering Sciences, Associate Professor, Researcher of the Materials Science, Physical and Chemical Properties of Materials Chair
South Ural State University
454080, Russia, Chelyabinsk, 76 Lenin Prospekt, 76
E-mail: lonzinger@tm@susu.ru

ГОЛОВИНА Светлана Геннадьевна

кандидат архитектуры, доцент, первый проректор, заведующая кафедрой архитектурно-строительных конструкций
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет 190005,
Россия, г. Санкт-Петербург, ул. 2-я Красноармейская, 4
E-mail: prorektor.1st@spbgasu.ru

GOLOVINA Svetlana G.

PhD in Architecture, Associate Professor, First Vice-Rector, Head of the Architectural and Building Structures Chair
St Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering
1900054, Russia, Saint Petersburg,
2nd Krasnoarmeyskaya str., 4
E-mail: prorektor.1st@spbgasu.ru

Для цитирования: Самодолова О.А., Ульрих Д.В., Лонзингер Т.М., Головина С.Г. Скорлупа грецкого ореха как перспективный сорбент в очистке поверхностных сточных вод с городских территорий // Градостроительство и архитектура. 2024. Т. 14, № 1. С. 19–26. DOI: 10.17673/Vestnik.2024.01.03.

For citation: Samodolova O.A., Ulrikh D.V., Lonzinger T.M., Golovina S.G. Walnut shells as a promising sorbent for treatment of urban surface wastewater. *Gradostroitel'stvo i arkhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2024, vol. 14, no. 1, pp. 19–26. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2024.01.03.

А. В. СЕЛЕЗНЕВА
В. А. СЕЛЕЗНЕВ
С. Ш. САЙРИДДИНОВ
К. В. СЕЛЕЗНЕВА

САНИТАРНО-БИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ОТКРЫТЫХ ИСТОЧНИКОВ – ОПРЕДЕЛЯЮЩИЙ ФАКТОР РЕКОНСТРУКЦИИ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

SANITARY AND BIOLOGICAL CONDITION OF OPEN SOURCES IS A DETERMINING FACTOR IN
THE RECONSTRUCTION OF ELEMENTS OF WATER SUPPLY SYSTEMS

Представлены результаты анализа данных мониторинга Куйбышевского водохранилища как источника хозяйственно-питьевого водоснабжения за период 2000-2018 гг. Установлено, что летом в период массового развития цианобактерий наблюдается биологическое загрязнение водохранилища, снижается качество воды по запаху, цветности, pH, содержанию растворенного кислорода. В период ухудшения качества воды в источнике водоснабжения в крупных волжских городах возникают проблемы очистки природной воды до требований питьевого водоснабжения населения. Разработаны рекомендации по совершенствованию технологической схемы очистки волжской воды от органических и токсических веществ.

Ключевые слова: источники водоснабжения, водохранилища, цианобактерии, качество воды, органическое загрязнение, токсины, методы удаления, мембранные технологии

The results of the analysis of monitoring data of the Kuibyshev reservoir, as a source of domestic and drinking water supply, for the period 2000-2018 are presented. It has been established that in summer, during the period of massive development of cyanobacteria, biological pollution of the reservoir is observed, the quality of water deteriorates in terms of smell, color, pH, and dissolved oxygen content. During the period of deterioration in the quality of water in the water supply source in large Volga cities, problems arise in purifying natural water to meet the requirements of the drinking water supply of the population. To solve the problem, recommendations have been developed to improve the technological scheme for purifying Volga water from organic and toxic substances.

Keywords: water supply sources, reservoirs, cyanobacteria, water quality, organic pollution, toxins, removal methods, membrane technologies

Во многих странах мира из-за «цветения» воды возникает проблема обеспечения населения качественной питьевой водой из поверхностных источников водоснабжения. В результате точечного и диффузного загрязнения в водоемы в чрезмерном количестве поступают биогенные вещества, прежде всего азот и фосфор, которые в условиях замедленного водного обмена вызывают в них массовое развитие сине-зеленых водорослей, представляющих собой цианобактерии. Жизнедеятельность и гибель цианобактериальных клеток приводит к биологическому загрязнению водоемов, включая токсические вещества. Наиболее распространенный токсин – микроцистин, идентифицирован в 79 государствах [1–3].

Есть основания предполагать, что повышение глобальной температуры воды из-за потепления климата будет способствовать интенсификации процесса массового развития цианобактерий [4]. В перспективе произой-

дет увеличение продолжительности периода «цветения» воды и биомассы цианобактерий, что повлечет за собой дальнейшее снижение качества воды, поэтому надо быть готовыми к вероятному обострению ситуации в питьевом водоснабжении [5]. Проблема обеспечения населения качественной питьевой водой в условиях антропогенного эвтрофирования поверхностных водоемов с каждым годом становится всё более актуальной.

В 2015 г. в соответствии с п.5 ст.23 Федерального закона № 416-ФЗ «О водоснабжении и водоотведении» в адрес органов Роспотребнадзора по субъектам РФ поступило 5326 уведомлений о выявленных фактах подачи воды, не соответствующей требованиям санитарно-эпидемиологических правил и нормативов. Нельзя не отметить, что с качеством питьевой воды связывают ряд распространенных инфекционных заболеваний, а также снижение комфортности жизни людей и уменьшение ее

продолжительности К причинам неудовлетворительного качества воды в условиях увеличивающегося из года в год антропогенного загрязнения поверхностных и подземных вод относится использование устаревших технологий водоподготовки, низкое санитарно-техническое состояние водопроводных сетей и сооружений, нестабильность подачи воды. Доля проб воды из водопроводной сети, не соответствующих гигиеническим нормативам, составляет по санитарно-химическим показателям 16,9 % и микробиологическим – 4,6 %. Низкое качество воды по микробиологическим показателям приводит к вспышкам инфекционных заболеваний, что в последние годы отмечалось в 19 субъектах РФ (по состоянию на 2017 г.) [6].

Водоочистные комплексы должны быть рассчитаны на равномерную работу в течение суток максимального водопотребления. При этом следует предусматривать возможность отключения отдельных сооружений на текущий ремонт, осмотр и т. п. При проектировании водоочистных комплексов их коммуникации необходимо рассчитывать на возможность пропуска расхода воды на 30 % больше расчетного, руководствуясь соображениями интенсификации или реконструкции водоочистных сооружений.

Состав водочистных сооружений зависит от качества воды в источнике водоснабжения, требований, предъявляемых к обработанной воде, которые обусловлены регламентами потребителя, и от производительности установки.

Проведение работ по реконструкции и модернизации очистных сооружений включает несколько этапов, одним из которых является обследование поверхностного или подземного источника водоснабжения по физико-химическим показателям воды, а также технического состояния и режима работы эксплуатируемых сооружений. По результатам обследования выносятся заключение с выводами и рекомендациями по реконструкции технологических схем, отдельных сооружений, оборудования, приборной базы и т. п.

В качестве необходимых мероприятий по реконструкции и модернизации сооружений технологической схемы очистки воды могут быть следующие: улучшение органолептических свойств воды (осветление, обесцвечивание, дезодорация и др.); обеспечение эпидемиологической безопасности (хлорирование, озонирование, ультрафиолетовое обеззараживание и др.); улучшение минерального состава (фторирование и обесфторивание, обезжелезивание и деманганация, умягчение, обессоливание и др.).

После того как определены параметры усовершенствованной технологической схемы очистки воды, производится выбор конструкции отдельных сооружений, позволяющих

обеспечить заданный проектом реконструкции эффект. Этап обоснования выбора конструкции отдельных технологических сооружений является наиболее сложным и ответственным.

При проведении работ по реконструкции сооружений технологической схемы не должно нарушаться компактное расположение всех зданий и сооружений при обеспечении минимальной длины коммуникаций для удобства эксплуатации. Также должны рационально использоваться зарезервированные запасные площади для расширения очистной станции. Значительное внимание в период реконструкции и модернизации очистных сооружений должно уделяться снижению эксплуатационных затрат.

Реконструкция может быть осуществлена *экстенсивными* или *интенсивными* методами. Экстенсивные методы заключаются в параллельном строительстве новых объектов по всей технологической линии. Эти методы по сложившейся практике применяются достаточно часто, хотя требуют наибольших капитальных затрат и времени для своего осуществления. Интенсивные методы с целью повышения эффективности работы объекта заключаются в его конструктивном и технологическом усовершенствовании без существенного увеличения его рабочих объемов и занимаемой площади. Интенсивные методы реконструкции дают наибольший экономический эффект, однако при этом их выбор и обоснование требуют инженерных знаний и навыков творческой работы.

В отличие от традиционной (классической) схемы подготовки питьевых вод из поверхностных водоёмов, включающей предварительное окисление, коагуляцию, флокуляцию, отстаивание, фильтрование и обеззараживание, в настоящее время еще шире начинают использовать новые приёмы с биологической стабилизацией воды, сочетающие:

- *озонофильтрацию* на активированных углях;

- расположение на заключительных стадиях многоступенчатой очистки *мембранных установок, медленных фильтров*, замену или совершенствование *технологий обеззараживания*, использование новых типов коагулянтов и др.

Приведенные данные о сложившейся ситуации в системах водоснабжения ряда городов РФ требуют неотложных и эффективных мер по всему комплексу вопросов, связанных с забором, очисткой, хранением и подачей питьевой воды потребителям. Решение комплекса задач невозможно осуществить без разработки и реализации мероприятий по реконструкции и модернизации объектов систем водоснабжения.

Повышение уровня антропогенного загрязнения территории источников питьевого водо-

снабжения, значительный износ сооружений и оборудования водного сектора, отсутствие резервного водоисточника определяют актуальность проблемы гарантированного обеспечения жителей чистой питьевой водой и выводят ее в приоритетные задачи социально-экономического развития **города Тольятти**. Трудность ее решения обусловлена повсеместным ухудшением состояния источников питьевой воды, техническими трудностями получения питьевой воды, соответствующей санитарно-гигиеническим нормативам. Возрастающие экологические и санитарно-гигиенические требования предписывают необходимость повышения качества очистки природных и сточных вод.

В России наибольшую биогенную нагрузку испытывают водные объекты в Волжском бассейне. Согласно стратегии социально-экономического развития Самарской области, безусловными приоритетами государственной политики в регионе являются основные сферы жизнедеятельности, обеспечивающие безопасность жизни и здоровья человека. Основными задачами вышеназванной Стратегии определены: увеличение объемов строительства жилья и коммунальной инфраструктуры и приведение существующего жилищного фонда и коммунальной инфраструктуры в соответствие со стандартами качества.

На водохранилищах Средней и Нижней Волги ежегодно в период летней межени наблюдается массовое развитие цианобактерий и ухудшение качества воды по запаху, цветности и органическим веществам [7]. Наиболее неблагоприятные условия для водоснабжения складываются при аномальных гидрометеорологических условиях (жара и маловодье), когда возникает вероятность загрязнения воды не только органическими, но и токсическими веществами [8]. В период «цветения» и резкого ухудшения качества воды в источнике водоснабжения сооружения водоподготовки в крупных волжских городах не справляются с очисткой волжской воды от органических веществ. Поэтому питьевая вода периодически не соответствует нормативным требованиям по перманганатной окисляемости [9]. Есть данные об обнаружении цианотоксинов в питьевой воде, поступающей после очистки волжской воды в распределительную городскую сеть [10].

Комплексные исследования, проводимые Институтом экологии Волжского бассейна Российской академии наук (ИЭВБ РАН) по обеспечению населения Автозаводского района Тольятти качественной питьевой водой, выявили две основные проблемы: а) *неудовлетворительное состояние поверхностного источника водоснабжения*; б) *существующие в волжских городах тра-*

диционные методы водоподготовки не позволяют довести воду, подаваемую населению, до нормативного качества.

Существуют и другие проблемы, оказывающие влияние на качество питьевой воды, подаваемой населению, например неудовлетворительное состояние водопроводных сетей. Однако в рамках данной статьи они не рассматриваются.

Для населения Автозаводского района Тольятти источником питьевого водоснабжения является Куйбышевское водохранилище, которое согласно СанПиН 2.1.5.980-00 относится к первой категории водопользования.

Проведенные нами исследования показывают, что массовое развитие сине-зеленых водорослей в период летней межени на водохранилищах Средней и Нижней Волги обуславливает «цветение» воды и, как следствие, снижение её качества, что приводит к возникновению проблем в сфере питьевого водоснабжения населения. Острота проблем будет только усиливаться вследствие систематического роста биогенной нагрузки и глобального потепления климата. На фоне глобального потепления климата создаются благоприятные условия для бурного развития цианобактерий, поэтому в перспективе проблема обеспечения населения качественной питьевой водой будет только обостряться. В условиях массового развития цианобактерий традиционные технологические линии очистки воды, включающие осветление, обесцвечивание и обеззараживание, используемые для приготовления питьевой воды для централизованного водоснабжения волжских городов, малоэффективны при удалении токсинов, а также привкуса и запаха воды [11]. Поэтому необходимо оценить реальную опасность токсического загрязнения поверхностных источников водоснабжения.

В качестве объекта исследования выбрано самое крупное в Волжско-Камском каскаде – Куйбышевское водохранилище. В рамках исследования предполагается оценить масштабы и интенсивность массового развития цианобактерий на Куйбышевском водохранилище, определить риски загрязнения источника водоснабжения цианотоксинами. Выбрать метод очистки природной воды от цианотоксинов и предложить совершенствование существующей технологической линии водоподготовки, применяемой в волжских городах, на основе внедрения мембранных технологий ультрафильтрации и нанофильтрации.

Сине-зеленые водоросли – одноклеточные, нитчатые и колониальные микроорганизмы. На поверхности водохранилища они способны к формированию толстой пленки (рис.1).

Бульон из водорослей производит неприятное впечатление (рис.2). Жизненный цикл у одноклеточных форм при оптимальных условиях роста составляет 6-12 часов. Диаметр клеток варьирует от 0,5 до 100 мкм. Некоторые виды водорослей, в частности Микроцистис, являются токсичными. Микроцистис – это главный участник «цветения» воды, вызывающий резкое снижение растворенного кислорода и массовые заморы рыбы.

Существующие методы борьбы с «цветением» воды [12] ограничены во времени и пространстве и малоэффективны в условиях крупных водохранилищ Средней и Нижней Волги. Они направлены на борьбу с последствиями антропогенного эвтрофирования водоемов, а не на причины, его вызывающие. На наш взгляд, необходима разработка превентивных методов борьбы с «цветением» воды.

Одной из причин нарушения нормального функционирования водных экосистем является несовершенство системы нормирования биогенной нагрузки. В настоящее время в качестве критериев нормирования используются одинаковые для всей страны предельно допустимые концентрации (ПДК), которые зависят только от вида водопользования и не учитывают природно-климатических особенностей конкретных водных объектов и их экологического состояния. В результате устанавливаются ошибочные приоритеты регулирования биогенной нагрузкой и для веществ, формирующихся под действием природных и антропогенных факторов (вещества двойного генезиса).

Главную роль в формировании качества воды Куйбышевского водохранилища играют вышерасположенные водохранилища Волж-

ско-Камского каскада, которые испытывают значительную антропогенную нагрузку, и боковые притоки самого водохранилища. Дополнительное негативное влияние на формирование качества воды оказывают точечные источники загрязнения, расположенные непосредственно на Приплотинном плёсе: «условно чистые» сточные воды АвтоВАЗа, Северного промышленного узла и ливневые воды Автозаводского района г. Тольятти.

По данным филиала Приволжского межрегионального территориального управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды вода Приплотинного плёса Куйбышевского водохранилища (0,5 км выше водозабора) соответствует III классу и оценивается как «умеренно загрязненная». Ситуация ухудшается в период «цветения» воды. Как правило, образование сине-зеленых водорослей происходит в июне, пик в июле и августе, а отмирание заканчивается в октябре. По данным многолетних наблюдений ИЭВБ РАН качество воды Куйбышевского водохранилища не соответствует нормативам, предъявляемым к источникам питьевого водоснабжения по перманганатной окисляемости (ПО) и химическому потреблению кислорода (ХПК) в течение всего года и периодически по цветности, запаху и биохимическому потреблению кислорода (БПК). В период 2012–2013 гг. изменение ПО наблюдалось в пределах 5,8–13,8 мг/дм³, а изменение ХПК – в пределах 23–36 мг/дм³ при нормативах 5 и 15 мг/дм³ соответственно. В период массового развития водорослей ситуация с органическим загрязнением воды резко ухудшается, а в маловодные годы становится катастрофической. Повышение окисляемости летом связано



Рис.1. Пленка сине-зеленых водорослей
Fig. 1. Blue-green algae film



Рис.2. Колонии сине-зеленых водорослей
Fig. 2. Colonies of blue-green algae

с увеличением количества автохтонного органического вещества (ОВ) за счет интенсивного развития фитопланктона. Более того, доминирующие на плёсе виды сине-зеленых водорослей (*Microcystis*, *Anabaena* и *Aphanizomenon*) способны к продуцированию токсинов (микроцистины). В настоящее время известно более 70 структурных вариантов микроцистинов. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) установила, что наибольшую опасность среди цианотоксинов для здоровья и жизни людей представляет микроцистин-LR, для которого установлена ориентировочно допустимая концентрация в питьевой воде не более 1 мкг/дм³. К сожалению, на Куйбышевском водохранилище в период «цветения» воды микроцистины практически не контролируются.

По второй проблеме можно сказать, что по данным многолетних наблюдений ИЭВБ РАН в различных кварталах Автозаводского района установлено, что качество питьевой воды периодически не соответствует нормативным требованиям, предъявляемым к воде централизованных систем водоснабжения, по перманганатной окисляемости (ПО), цветности, запаху и остаточному хлору. В условиях повышенного органического загрязнения обеззараживание воды общепринятым способом хлорирования приводит к образованию токсичных хлорорганических соединений, например летучих галогенорганических соединений – тригалогенметана (ТГМ). Результаты исследований [13] показывают, что в фильтратах проб с сине-зелеными водорослями после хлорирования замечен значительный рост ТГМ, хотя самих водорослей в фильтратах не обнаружено. Предшественниками ТГМ скорее всего являются метаболиты, выделяемые сине-зелеными водорослями, или продукты распада их водорослевой массы.

В настоящее время традиционные технологические линии очистки воды из поверхностных источников водоснабжения, применяемые на станциях водоподготовки в волжских городах, не ориентированы на удаление цианотоксинов, поэтому существуют риски попадания токсических веществ в питьевую воду. Необходимо совершенствовать существующие и проектировать новые технологические линии водоподготовки с учетом внедрения микрофильтрации и ультрафильтрации для удаления бактериальных клеток и нанофильтрации для удаления внеклеточного цианотоксина. Современное экологическое состояние Куйбышевского водохранилища обуславливает необходимость модернизации существующих технологических схем очистки природной воды в волжских городах с целью снижения концентрации органических веществ и недопущения токсического загрязнения питьевой воды [14–16].

Оценка экологического состояния Куйбышевского водохранилища показывает, что в период массового развития цианобактерий ухудшается качество воды в поверхностном источнике водоснабжения по запаху, привкусу, содержанию органических веществ, возникает реальная угроза загрязнения волжской воды цианотоксинами в концентрациях, превышающих допустимую норму ВОЗ. В перспективе проблема загрязнения поверхностных источников водоснабжения цианотоксинами будет обостряться на фоне глобального потепления климата. Поэтому необходимо изучение закономерностей формирования качества воды в условиях массового развития цианобактерий, организация мониторинга цианотоксинов, а также разработка для них отечественных ПДК для водных объектов хозяйственно-питьевого назначения.

Вывод. Для решения задачи по гарантированному обеспечению жителей в волжских городах и в том числе в Тольятти чистой питьевой водой необходима организация совместных действий органов исполнительной и законодательной власти, предприятий водного сектора, инвесторов, технических специалистов, населения города по созданию в водном секторе эффективных качественно новых современных форм и методов управления. Масштабность проблемы определяет необходимость разработки программы с использованием программно-целевого решения комплекса организационно-технических, правовых, экономических, социальных и других задач и мероприятий, обеспечивающих условия реализации программы. Применение «**программно-целевого метода**» должно обеспечить эффективное решение системных проблем в водном секторе города за счет реализации комплекса программных мероприятий, увязанных по задачам, ресурсам и срокам.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. J. Meriluoto L., Spoof G. A., Codd. Handbook of Cyanobacterial Monitoring and Cyanotoxin Analysis // Chichester. Wiley. 2017.
2. Никитин О.В., Латыпова В.З., Степанова Н.Ю. Мониторинг цианобактериальных токсинов в водных объектах Республики Татарстан (2011–2016 гг.) // Глобальное распространение процессов антропогенного эвтрофирования водных объектов: проблемы и пути решения». Казань, 2017. С. 51–62.
3. Harke M.J., Steffen M. M., Gobler C. J., Otten T. G., Wilhelm S. W., Wood S. A., Paerl H. W. A review of the global ecology, genomics, and biogeography of the toxic cyanobacterium, *Microcystis* spp. Harmful Algae, 2016, v. 54, pp. 4–20.

4. Селезнев В.А., Беспалова К.В. Антропогенное эвтрофирование крупных водохранилищ Нижней и Средней Волги в условиях глобального потепления климата (проблема и пути решения) // Глобальное распространение процессов антропогенного эвтрофирования водоемов: материалы международной научно-практической конференции. Казань, 2017. С. 151–156.

5. Шувалов М.В., Стрелков А.К., Шувалов Р.М. Исследования частоты встречаемости гидробионтов в биопленке дисковых биофильтров при очистке бытовых сточных вод // Градостроительство и архитектура. 2011. № 1. С. 84–90. DOI: 10.17673/Vestnik.2011.01.17.

6. Негода А.Л., Судакова Т.В., Курмаева Т.С. Особенности питьевой воды сельского поселения Рождество Самарской области // Градостроительство и архитектура. 2023. Т. 13, № 2. С. 31–39. DOI: 10.17673/Vestnik.2023.02.5.

7. Беспалова К.В. Состояние источников водоснабжения в условиях антропогенного эвтрофирования водохранилищ // Водоснабжение и санитарная техника. 2016. № 11. С. 7–16.

8. Журкович И.К., Ковров Н.Г., Луговкина Н.В., Мильман Б.Л. Осторожно, микроцистины! // Аналитика. 2018. Т. 8, № 5(42). DOI: 10.22184/2227-572X.2018.08.5.458.463.

9. Беспалова К.В., Селезнева А.В., Селезнев В.А. Устойчивое водоснабжение городского населения в условиях «цветения воды» на водохранилищах Волги (на примере г.о. Тольятти) // Водоочистка. 2016. № 6. С. 19–24.

10. Плигин Д.Н. Обнаружение токсинов цианобактерий в водопроводной воде: анализ причин и апробация методов удаления [Электронный ресурс]. URL: <https://4science.ru/events/sfy2016/theses/16a04b94fa944b70803e084b050c04f5> (дата обращения: 16.12.2023).

11. Технический справочник по обработке воды: в 2 т. Т. 1, 2: пер. с фр. СПб.: Новый журнал, 2007.

12. «Цветение» воды. Киев: Наукова Думка, 1968. 384 с.

13. Васильева А.И., Насырова Н.П., Кантор Л.И., Мельницкий И.А., Кантор Е.А. Влияние фитопланктона на образование ТГМ // Сб. докл. конгресса ЭК-ВАТЭК / под ред. Л.И. Эльпинера. М., 2008.

14. Орлов В.А. Реконструкция систем водоснабжения. М.: Изд-во «АСВ», 2017. 208 с.

15. Селезнева А.В., Селезнев В.А., Сайриллинов С.Ш. Наночистота для очистки питьевой воды от цианобактерий и микроцистинов в системах водоснабжения // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 2021. С. 1–5. DOI:10.1088/1757-899X/1079/2/022043.

16. Селезнева А.В., Селезнев В.А., Беспалова К.В., Сайриллинов С.Ш. Водоснабжение населения в условиях массового развития цианобактерий на водохранилищах Волги // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 2020. С. 1–6. DOI:10.1088/1757-899X/913/4/042044.

REFERENCES

1. J. Meriluoto L., Spoof G. A., Codd. Handbook of Cyanobacterial Monitoring and Cyanotoxin Analysis. Chichester. Wiley. 2017.

2. Nikitin OV, Latypova VZ, Stepanova N.Yu. Monitoring of cyanobacterial toxins in water bodies of the Republic of Tatarstan (2011–2016). *Global'noe rasprostranenie processov antropogenno ego jevtrofirovani ja vodnyh ob#ektov: problemy i puti reshenija* [Global spread of anthropogenic eutrophication processes of water bodies: problems and solutions"]. Kazan, 2017, pp. 51–62. (In Russian).

3. Harke M.J., Steffen M. M., Gobler C. J., Otten T. G., Wilhelm S. W., Wood S. A., Paerl H. W. A review of the global ecology, genomics, and biogeography of the toxic cyanobacterium, *Microcystis* spp. *Harmful Algae*. 2016. V. 54. pp. 4–20.

4. Seleznev V.A., Bespalova K.V. Anthropogenic eutrophication of large reservoirs of the Lower and Middle Volga in the context of global climate warming (problem and solutions). *Global'noe rasprostranenie processov antropogenno ego jevtrofirovani ja vodoemov: materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii* [Global spread of anthropogenic eutrophication processes of water bodies: materials of the international scientific and practical conference]. Kazan, 2017, pp. 151–156. (In Russian).

5. Shuvalov M.V., Strelkov A.K., Shuvalov R.M. Studies of the frequency of occurrence of hydrobionts in the biofilm of disk biofilters during the treatment of domestic wastewater. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Planning and Architecture], 2011, no. 1, pp. 84–90. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2011.01.17

6. Negoda L.P., Sudakova T.V., Kurmayeva T.S. Features of Drinking Water in the Rural Settlement of Rozhdestveno, Samara Region. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2023, vol. 13, no. 2, pp. 31–39. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2023.02.5

7. Bespalova K.V. State of water supply sources in conditions of anthropogenic eutrophication of reservoirs. *Vodosnabzhenie i sanitarnaja tehnika* [Water supply and sanitary equipment], 2016, no. 11, pp. 7–16. (in Russian)

8. Zhurkovich I.K., Kovrov N.G., Lugovkina N.V., Milman B.L. Caution, microcystins! *Analitika* [Analytics], 2018, vol. 8, no. 5(42). (in Russian) DOI: 10.22184/2227-572X.2018.08.5.458.463

9. Bespalova K.V., Selezneva A.V., Seleznev V.A. Sustainable water supply to the urban population in the conditions of “flowering water” on the Volga reservoirs (using the example of Togliatti). *Vodoochistka* [Water Purification], 2016, no. 6, pp. 19–24. (in Russian)

10. Pligin D.N. Detection of Cyanobacteria Toxins in Tap Water: Analysis of Causes and Testing of Removal Methods. Available at: <https://4science.ru/events/sfy2016/theses/16a04b94fa944b70803e084b050c04f5> (accessed 16 December 2023).

11. *Tekhnicheskij spravochnik po obrabotke vody: v 2 t. T. 1, 2* [Technical Handbook on Water Treatment: in 2 vols. T. 1, 2]. St. Petersburg, New Journal, 2007.
12. «Cvetenie» vody [“Flowering” of water]. Kyiv: Naukova Dumka, 1968. 384 p.
13. Vasilyeva A.I., Nasyrova N.P., Kantor L.I., Melnitsky I.A., Kantor E.A. Effect of phytoplankton on TGM formation. *Sb. dokl. kongressa JeKVATJeK* [Sat. doc. EQUATEC Congress]. Moscow, 2008. (in Russian)
14. Orlov V.A. *Rekonstrukcija sistem vodosnabzhenija* [Reconstruction of water supply systems]. Moscow, ASV, 2017. 208 p.
15. Selezneva A.V., Seleznev V.A., Sayriddinov S.Sh. Nanofiltration for Purification of Drinking Water from Cyanobacteria and Microcystins in Water Supply Systems. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. 2021. pp. 1–5. DOI:10.1088/1757-899X/1079/2/022043
16. Selezneva A.V., Seleznev V.A., Bespalova K.V., Sairiddinov S.S. Water supply to the population in the context of the mass development of cyanobacteria on the Volga reservoirs. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. 2020. pp. 1–6. DOI:10.1088/1757-899X/913/4/042044

Об авторах:

СЕЛЕЗНЕВА Александра Васильевна

кандидат технических наук,
старший научный сотрудник
Институт экологии Волжского бассейна
(филиал Самарского научного центра РАН)
445003, Россия, г. Тольятти, ул. Комзина, 10
E-mail: aleks.selezneva@mail.ru

СЕЛЕЗНЕВ Владимир Анатольевич

доктор технических наук, профессор,
заместитель директора по науке
Институт экологии Волжского бассейна
(филиал Самарского научного центра РАН)
445003, Россия, г. Тольятти, ул. Комзина, 10
E-mail: seleznev53@mail.ru

САЙРИДДИНОВ Сайриддин Шахобович

кандидат технических наук, доцент Центра
инженерного оборудования, профессор РАЕ
Тольяттинский государственный университет
445020, Россия, г. Тольятти ул. Белорусская, 14
E-mail: mrsso@yandex.ru

СЕЛЕЗНЕВА Ксения Владимировна

кандидат химических наук, руководитель
по научно-инновационной деятельности
Тольяттинский государственный университет
445020, Россия, г. Тольятти, ул. Белорусская, 14
E-mail: kvbespalova@yandex.ru

SELEZNEVA Alexandra V.

PhD in of Engineering Sciences, Senior Researcher
Institute of Ecology of the Volga Basin
(branch of the Samara Scientific Center of the Russian
Academy of Sciences)
445003, Russia, Tolyatti, Komzina str., 10
E-mail: aleks.selezneva@mail.ru

SELEZNEV Vladimir An.

Doctor of Engineering Science, Professor,
Deputy Director for Science
Institute of Ecology of the Volga Basin
(branch of the Samara Scientific Center of the Russian
Academy of Sciences)
445003, Russia, Tolyatti, Komzina str., 10
E-mail: seleznev53@mail.ru

SAYRIDDINOV Sayriddin Sh.

PhD in of Engineering Sciences, Associate Professor of the
Center for Engineering Equipment, Professor of RAE
Togliatti State University
445020, Russia, Tolyatti, Belorusskaya str., 14
E-mail: mrsso@yandex.ru

SELEZNEVA Ksenia V.

PhD in of Chemical Sciences, Head of Scientific
and Innovative Activities
Togliatti State University
445020, Russia, Tolyatti, Belorusskaya str., 14
E-mail: kvbespalova@yandex.ru

Для цитирования: Селезнева А.В., Селезнев В.А., Сайриддинов С.Ш., Селезнева К.В. Санитарно-биологическое состояние открытых источников – определяющий фактор реконструкции элементов систем водоснабжения // Градостроительство и архитектура. 2024. Т. 14, № 1. С. 27–33. DOI: 10.17673/Vestnik.2024.01.04.

For citation: Selezneva A.V., Seleznev V.A., Sayriddinov S.Sh., Selezneva K.V. Sanitary and Biological Condition of Open Sources is a Determining Factor in the Reconstruction of Elements of Water Supply Systems. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2024, vol. 14, no. 1, pp. 27–33. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2024.01.04.

С. Ю. ТЕПЛЫХ
Е. Е. КОТОВСКАЯ
П. А. ГОРШКАЛЕВ
М. Г. ГАЙДАЙЧУК

РАЗРАБОТКА МОДУЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ ОЧИСТКИ ВОДЫ СЕВЕРО-КРЫМСКОГО КАНАЛА ДЛЯ ПОЛИВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

DEVELOPMENT OF MODULAR CLEANING COMPLEXES
WATER OF THE NORTH CRIMEA CANAL
FOR WATERING AGRICULTURAL CROPS

На рынке оборудования для полива сельскохозяйственных культур реализуется значительное количество фильтров импортного производства с достаточно высокой стоимостью, загрузка которых требует постоянной регенерации и периодической замены. С возобновлением подачи воды по Северо-Крымскому каналу и благодаря государственным инвестициям в сельское хозяйство Республики Крым актуальным является разработка компактных фильтровальных сооружений, предназначенных для очистки поливной воды.

Ключевые слова: косточковые культуры, капельное орошение, пенополистирольные фильтры, плавающая фильтровальная загрузка, бентонитовая глина, фильтрат, блочные установки очистки оросительной воды, высота слоя загрузки, текущая концентрация, взвешенные вещества

Введение

После распада СССР на территории Республики Крым (РК) в период 1990–2000 гг. произошли нарушения экономических связей многих отраслей народного хозяйства, в том числе и сельского. На базе колхозов и совхозов в республике были образованы малые предприятия, такие как фермерские хозяйства, обладающие небольшими земельными участками, площадь которых не позволяла осуществлять рентабельную закладку сельскохозяйственных, в частности косточковых культур. За период с 1990 по 2023 гг. произошли глобальные изменения на территории Республики Крым, так как изменились экономические условия для развития сельского хозяйства. И если в первое десятилетие указанного периода вырабатывался ресурс советского наследия, то второе десятилетие характеризовалось поиском новых форм сельскохозяйственного

In the market of equipment for irrigation of agricultural crops, a significant number of imported filters are sold at a fairly high cost, the loading of which requires constant regeneration and periodic replacement. With the resumption of water supply through the North Crimean Canal and thanks to government investments in agriculture of the Republic of Crimea, the development of compact filtration structures designed to purify irrigation water is relevant.

Keywords: stone crops, drip irrigation, polystyrene foam filters, floating filter loading, bentonite clay, filtrate, block irrigation water treatment plants, loading layer height, current concentration, suspended solids

землепользования. С вхождением Республики Крым в состав Российской Федерации (с 2014 г.) у местных фермеров появилась возможность получения различных грантов и субсидий от государства для развития сельскохозяйственного производства. В экономическом поле РК появились крупные агрохолдинги, обладающие возможностью арендовать значительные земельные площади для выращивания сельскохозяйственных культур, среди которых есть предприятия, готовые обеспечить рынок спроса на косточковые (персиковые) культуры в промышленном масштабе. После периода упадка и слабого роста и во время интенсивного стимулирования государством (на данный момент) сельскохозяйственных предприятий [1] сформировался запрос в восстановлении и развитии садоводства, в котором необходимо комплексно решать следующие задачи:

- усовершенствовать структуру и сортимент плодовых культур, обеспечивающих ста-

бильное плодоношение и реализацию плодовой продукции [2];

- заложить интенсивные сады с оптимальным размещением пород и сортов в агроклиматических районах с наиболее благоприятными почвенно- климатическими условиями, обеспечивающими стабильную урожайность и высокое качество плодов;
- разработать и внедрить новые агротехнологии, направленные на сохранение и повышение плодородия почв.

Одной из значимых составляющих успешного развития агротехнологий является развитие системы орошения сельскохозяйственных культур.

В связи с возобновлением подачи воды по Северо-Крымскому каналу (СКК) у крупных сельхозпроизводителей появилась возможность использовать земли районов Республики Крым, на территории которых проходит Северо-Крымский канал, к ним относятся Джанкойский, Советский, Нижнегорский, Кировский районы, климатические и почвенные характеристики которых благоприятны для развития садоводства при условии обеспечения должного орошения.

Цель работы – получение технологических параметров процесса очистки воды Северо-Крымского канала с разработкой и внедрением в промышленное производство модульной компактной установки для очистки поливной воды.

Основные задачи исследования

Для достижения заявленной цели были сформулированы и реализованы следующие задачи:

- оценка пригодности вод СКК для полива сельскохозяйственных культур, с определени-

ем норм и сроков полива, а также необходимых типовых мощностей установок;

- разработка и изготовление фильтровальной установки, позволяющей моделировать процессы очистки воды;
- проведение экспериментальных исследований на модельной воде с последующим анализом полученных результатов;
- масштабирование полученных технологических данных для разработки промышленных фильтров.

Основная часть

После возобновления подачи воды по руслу СКК были отобраны пробы воды для последующего химического анализа, результаты которого представлены в табл. 1.

Пригодность воды СКК в качестве поливной определяется в соответствии с паспортом воды по формуле, предложенной М.Г. Курловым, заключающейся в анализе химических показателей состава исследуемой воды по соотношению главных ионов. Сокращенное изображение химического состава воды показано в табл. 2.

Проверку пригодности воды для полива также необходимо проверять по следующим критериям:

- анализ опасности общего засоления почв по величине минерализации;
- оценка качества оросительной воды по ирригационному коэффициенту Х. Стеблера;
- по степени опасности осолонцевания почв на основе расчета натриевого равновесия (коэффициент SAR);
- по степени опасности содообразования в почве по содержанию остаточного бикарбоната натрия (NaHCO₃);

Таблица 1
Table 1

Результаты химического анализа проб воды СКК, $\frac{мг / дм^3}{мг-экв / дм^3}$
Results of chemical analysis of CCM water samples, $\frac{mg / dm^3}{mg - eg / dm^3}$

Место отбора	Общая минерализация (сухой остаток), мг/дм ³	pH	Гидрокарбонаты HCO ₃ ⁻	Хлориды Cl ⁻	Кальций Ca ²⁺	Магний Mg ²⁺	Калий K ⁺	Натрий Na ⁺	Нитраты NO ₃ ⁻	Сульфаты SO ₄ ²⁻
Вода СКК	800	7,12	<u>378,2</u> 6,2	<u>34,56</u> 0,97	<u>132,4</u> 6,62	<u>26,91</u> 2,22	<u>5,26</u> 0,13	<u>41,42</u> 1,80	<u>6,15</u> 0,1	<u>64,4</u> 1,3

- по жесткости (в соответствии с требованиями, предъявляемыми к качеству воды нецентрализованного водоснабжения СанПиН 1.2.3685-21);
- по коэффициенту ионного обмена;
- по степени загрязнения оросительной воды;
- по почвенно-мелиоративной классификации.

Результаты оценки по перечисленным показателям представлены в табл. 3, в которую также внесены лимитирующие значения по соответствующим критериям.

Анализ проб воды СКК показал, что вода относится ко II классу качества, не оказывает неблагоприятного влияния на качество сельскохозяйственной продукции и пригодна для орошения.

Таблица 2
Table 2

Паспорт воды Северо-Крымского канала
North Crimean Canal Water Passport

Место отбора	Формула М.Г. Курлова
Водозабор СКК	$M_{800} \frac{HCO_3 65 SO_4 29 Cl 6}{Ca 66 Na 21 Mg 13} pH_{7,12}$

Таблица 3
Table 3

Сводные данные определения пригодности воды Северо-Крымского канала
с оценкой по различным классификациям
Summary of Water Suitability of North Crimean Canal with Assessment by Different Classifications

Оценка фактора опасности оросительной воды	Значение, полученное аналитическим путем	Предельное значение	Заключение
По ирригационному коэффициенту Х. Стеблера	50,7	Свыше 18	Качество воды хорошее, вода пригодна для орошения, и предупредительные мероприятия не нужны
По степени опасности осолонцевания почв	0,86	SAR = 8–10	Опасность осолонцевания низкая
По степени опасности содообразования в почве по содержанию остаточного бикарбоната натрия (NaHCO ₃)	-2,64	1,25	Опасности содообразования нет
По жесткости, мг-экв/л	4,2	7–10	Вода средней жесткости
По коэффициенту ионного обмена	4,44	K > 1	Пригодна по коэффициенту ионного обмена
По степени загрязнения оросительной воды:			
NH ₄ ⁺	-	Не более 2	Не загрязнена
NO ₃ ⁻	6,15	Не более 45	
NO ₂ ⁻	-	Не более 3	
PO ₄ ³⁻	-	Не более 4	
Почвенно-мелиоративная классификация по показателю минерализации воды для орошения почв	0,8	0,6–1	II класс качества

Оценив химический состав вод СКК и убедившись, что по своим характеристикам она может быть использована для полива косточковых (персиковых) культур, приступили к изучению процессов очистки от взвешенных веществ для длительной эксплуатации поливного оборудования. Воды СКК обладают диапазоном изменения мутности 50–60 мг/л, а поливная вода должна быть не более 5 мг/л, и, рассмотрев существующие методы и установки очистки, появилась необходимость в разработке компактных установок очистки воды СКК от взвешенных веществ с целью использования воды для орошения садов стандартной площади.

На рынке предлагаемого оборудования очистки воды для орошения существует ряд производителей, предлагающих достаточно дорогостоящее оборудование с загрузкой, которую необходимо покупать отдельно. Такие фильтры имеют значительный вес корпуса и значительный вес самой загрузки. Конструкция требует размещения в технологическом помещении, что не всегда осуществимо в полевых условиях. С целью получения технологических параметров и проверки эффективности процесса фильтрования воды СКК была подготовлена фильтровальная установка, загруженная плавающей фильтровальной загрузкой – вспененным полистиролом.

Фильтры с плавающей загрузкой (ФПЗ) хорошо известны (впервые в 1963 г. предложены В.Г. Ильиным) и показали эффективную работу для различных направлений применения: реагентные и безреагентные схемы очистки; удаление металлов из сточных вод; очистка бытовых сточных вод; удаление сине-зеленых и диатомовых водорослей; очистка природных вод из поверхностных и подземных источников; доочистка сточных вод; очистка промывных вод скорых фильтров; обезжелезивание природных вод из подземных источников; удаление металлов из сточных вод; применение после электрокоагуляторов и флотаторов. Значительный вклад в развитие теории фильтрования с применением ФПЗ внесли такие ученые, как: В.Г. Ильин, С.И. Мороз, М.Г. Журба, Н.Н. Гироль, В.О. Орлов, В.К. Шабратко, Н.А. Сафонов, П.Г. Луценко, Ж.М. Говорова, О.Б. Говоров [3–6].

Для выполнения основных задач исследования была разработана и смонтирована фильтровальная установка [7–10], позволяющая воспроизводить процесс фильтрования на зернистой загрузке, представленной пенополистиролом, на которой проводились эксперименты по очистке воды от взвешенных веществ. На рис. 1 приведена схема экспериментальной установки, состоящая из бака исходной воды, фильтровальной колонны и подающих, отводящих и переливных трубопроводов.

На рис. 2 показано получение гранул путем дробления упаковки пенопласта. Размер получаемых гранул составляет 3–5 мм. Общий вид смонтированной фильтровальной установки представлен на рис. 3.

После монтажа фильтровальная установка заполнялась водой и проходила гидравлические испытания на воду (показавшие течь в области дна установки и в местах присоединения врезки трубопровода для опорожнения, врезки трубопровода подачи воды на фильтрование). При этом на установке было отмечено поэтапное прохождение слоев загрузки, появление уровня воды в пьезометрах, начиная с нижнего. При прохождении верхней границы фильтра вода встречается с предварительно подготовленным препятствием в виде пластикового торцевого круга с отверстиями перфорации меньше, чем диаметр зерен загрузки. При этом расстояние от верхней границы до трубопровода отвода фильтрата составило 300 мм. Появившаяся вода в трубопроводе отвода фильтрата при гидравлическом испытании не содержала включений пенополистирольной загрузки, что свидетельствовало о функциональном соответствии смонтированной установки и показывало, что предложенная конструкция по защите от выноса фильтровальной загрузки работает должным образом и все отверстия выполнены корректно.

После проведения гидравлических испытаний, устранения течи в нижней части установки, местах врезки трубопровода подвода воды на фильтрование и врезки трубопровода полного опорожнения и повторных гидравлических испытаний и предварительного замачивания фильтровальной загрузки в течение трех суток, приступили к реализации основных задач исследования.

Методика получения модельной воды.

Ввиду удаленности русла СКК от лаборатории института АСиА (структурное подразделение КФУ им. В.И. Вернадского) и невозможности подвоза свежей воды из источника в достаточном объеме для проведения экспериментальных исследований, встал вопрос о моделировании искусственно замутненной воды, схожей по концентрации с водой СКК. Для этих целей в качестве замутнителя применили бентонитовую глину (голубая, кембрийская). Для получения концентрации 60 мг/л в баке вместимостью 50 л подготовили навеску массой 3,0 г, которую тщательно растворили в мерном стакане с последующим растворением в рабочем объеме.

Подготовленная модельная вода от бака 1 (см. рис. 1) подавалась по трубопроводу подвода воды на фильтрование 5, т. е. в фильтровальную колонку 2 (в нижнюю часть), проходя послойно

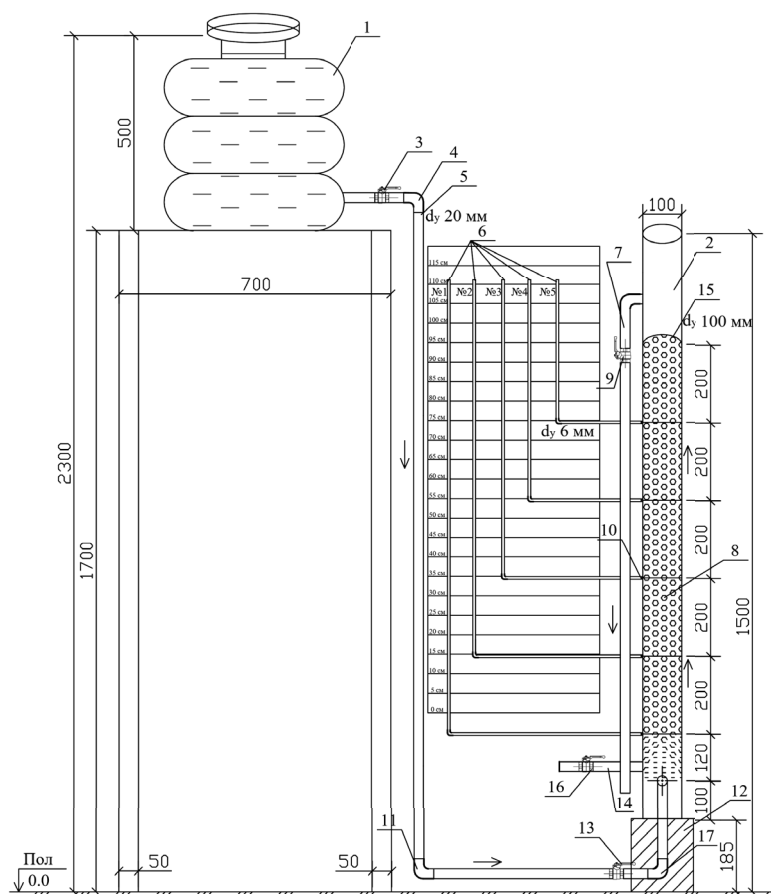


Рис. 1. Экспериментальный стенд фильтровальной установки:

1 – бак с исходной водой; 2 – фильтровальная колонна, $d_{\text{у}} 100 \text{ мм}$; 3 – кран шаровой бабочка; 4, 11, 17 – угол 90° ; 5 – трубопровод подачи исходной воды в фильтровальную колонку; 6 – трубки для пьезометров; 7 – трубопровод отвода осветленной (фильтровальной) воды; 8 – фильтровальная загрузка пенополистирол; 9, 13, 16 – кран пластиковый шаровой; 10 – штуцер (5 шт.); 12 – деревянный брус; 14 – трубопровод полного опорожнения установки; 15 – фильтрующая сетка

Fig. 1. Experimental stand of filter plant:

1 – tank with source water; 2 – filter column, $d_{\text{y}} 100 \text{ mm}$; 3 – ball butterfly crane; 4, 11, 17 – 90° angle; 5 – a pipeline for supplying source water to the filter column; 6 – piezometer tubes; 7 – pipeline for removal of clarified (filter) water; 8 – filter loading of polystyrene foam; 9, 13, 16 – plastic ball valve; 10 – connector (5 pcs.); 12 – wooden beam; 14 – pipeline for complete emptying of the plant; 15 – filter screen

фильтрующую загрузку 8. В пьезометрах 6 показаны уровни исследуемой воды (рис. 4), позволяющие определить приращение величины потерь напора при прохождении фильтровальных слоев. Через пьезометры отбирали пробы воды и определяли остаточную концентрацию взвешенных веществ. Фильтруемая вода поступает в трубопровод отвода воды 7. При опорожнении фильтра открывали вентиль 16 на трубопроводе полного опорожнения, расположенного в нижней части установки.

Результаты обора проб воды показывают, что исходная вода, прошедшая через фильтровальную загрузку, осветлилась и на выходе обладала меньшей концентрацией взвешенных веществ, чем при задержании в межзерновом

пространстве и на поверхности загрузки взвешенных веществ. Оценку качества фильтрата проводили фотоэлектроколориметрическим методом, согласно которому между оптической плотностью жидкой среды и концентрацией вещества в растворе существует прямая пропорциональная зависимость. Для возможности применения фотоэлектроколориметра (ФЭК) и определения количества остаточных загрязнений веществ в жидкости предварительно было необходимо составить калибровочный график, показывающий зависимость оптической плотности раствора D от мутности или количества загрязняющих веществ в растворе (рис. 5), с нанесенной линией аппроксимации, которой соответствует коэффициент корреля-



Рис. 2. Разделение пенополистирола на отдельные гранулы
Fig. 2. Separation of polystyrene foam into individual pellets



Рис. 3. Общий вид установки
Fig. 3. General view of the plant

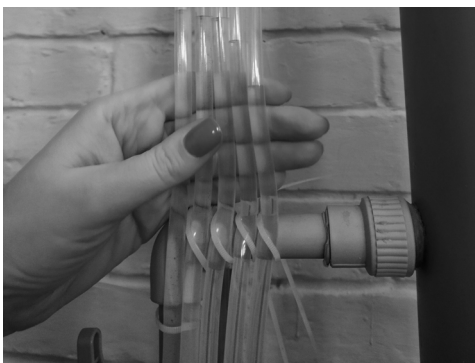


Рис. 4. Уровни воды в пьезометрах
Fig. 4. Water levels in piezometers

ции $R = 0,996$, что отражает сильную корреляционную связь.

При помощи полученного графика пересчитали все данные по определению мутности в отобранных пробах, результаты которых представлены в табл. 4.

В результате наибольшая эффективность очистки была достигнута при отборе проб из трубопровода отвода – фильтрат, составляющая 91,7 % при остаточной мутности 5 мг/л и оптической плотности 0,04.

Полученные данные были обобщены при помощи теории фильтрования Д.М. Минца, результаты обработки показаны на рис. 6.

Экспериментальные данные аппроксимируются выражением, при индексе корреляции 0,921 (корреляционная связь сильная [8]):

$$\frac{C}{C_0} = e^{-1,697\left(\frac{t}{t_0}\right)}.$$

Фильтрациклы на модельной установке показали хорошие результаты и подтвердили эффективность фильтрования через пенополистирольную загрузку с показателем 91,7 %. Требуемая величина остаточного содержания взвешенных веществ была достигнута, что позволило приступить к выполнению конструктивных расчетов модульной фильтровальной установки для типовых площадей закладки косточковых садов.

Для перехода к разработке установки в первую очередь, как и для любого гидравлического сооружения, необходимо определить ее производительность. Для этого были определены стандартные или типовые площади полива косточковых культур, позволяющие рассчитать производительность установки по воде.

Методика расчета сроков и норм полива базируется на интегральной кривой дефицита водопотребления для персикового сада в год с 70 %-й водообеспеченностью. Промежуточные расчеты для построения интегральной кривой в настоящую работу не включены, как и сама интегральная кривая, но данные, снимаемые с кривой, сведены в табл. 5, в которую также внесены типовые площади садов, получившие наибольшее распространение в практике садоводства: 1, 20 и 100 га. Меньшая площадь малорентабельна для крупных производителей, большая площадь сложна в технологии возделывания.

На рис. 7 показан план размещения фильтровального оборудования производительностью 80 м³/ч, состоящего из четырех установок по 20 м³/ч, оснащенных трубопроводами подвода воды на очистку диаметрами 160 и 90 мм, трубопроводами отвода очищенной воды диаметрами 200 и 90 мм. Объем фильтровальной загрузки составил 4 м³.

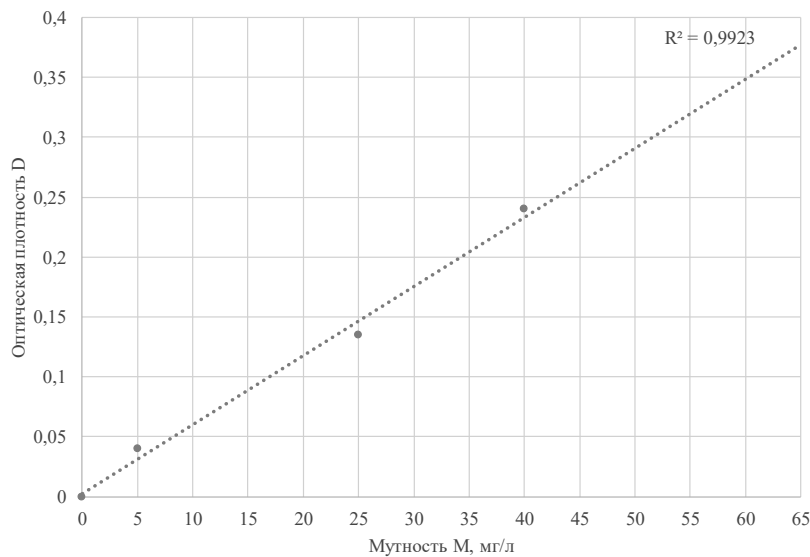


Рис. 5. Калибровочный график
Fig. 5. Calibration plot

Таблица 4
Table 4

Данные по определению мутности в отобранных пробах
Turbidity data in sampled samples

Параметры	Исходная	№ пьезометра					Фильтрат
		1	2	3	4	5	
Оптическая плотность D	0,37	0,365	0,28	0,24	0,19	0,135	0,04
Мутность М, мг/л	60	60	44	40	35	25	5
Эффективность очистки Э, %	-	-	26,7	33,3	41,7	58,3	91,7

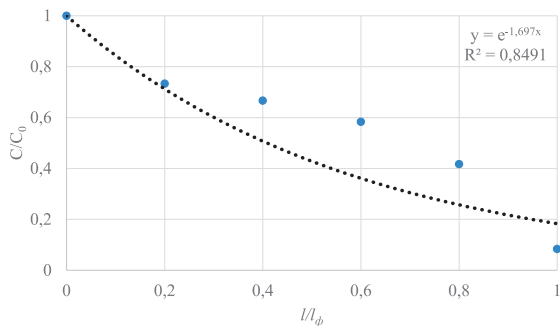


Рис. 6. Изменение отношения текущей концентрации к исходной по мере прохождения фильтровального слоя l/l_0
Fig. 6. Change in Current Concentration to Baseline Ratio as the filter bed passes l/l_0
Для двух производительностей выполнен расчет необходимых материалов с определением полной стоимости оборудования, позво-

ляющей сравнить стоимость с оборудованием, предлагаемым различными производителями (табл. 6).
Расчет выполнен в фактических ценах на декабрь 2022 г. Анализ полученных данных показал, что стоимость материалов и выполненных работ составляет 143,7 тыс. и 495,72 тыс. руб. для установок производительностью 4 и 20 м³/ч соответственно, при этом большие затраты приходятся на изготовление корпуса фильтра – 9,63 тыс. и 109,72 тыс. руб. На рынке оборудования для подготовки поливной воды стоимость фильтра производительностью 80 м³/ч составляет 155 тыс. руб. [12] за один фильтр без вспомогательного оборудования и монтажных работ, при этом для эксплуатации такого оборудования необходимо обеспечить напор перед фильтром 80 м, что соответственно приведет к удорожанию вспомогательного оборудования.

Таблица 5
Table 5

Таблица определения расходов воды на полив садов
Table for determining water consumption for watering gardens

Площадь F, га	Расход Q		Ордината гидромодуля q, л/с-га (значения сняты с интегральной кривой водопотребления)
	м³/ч	л/с	
1	4	1,1	0,01
20	80	22,2	0,22
100	400	111,1	1,11

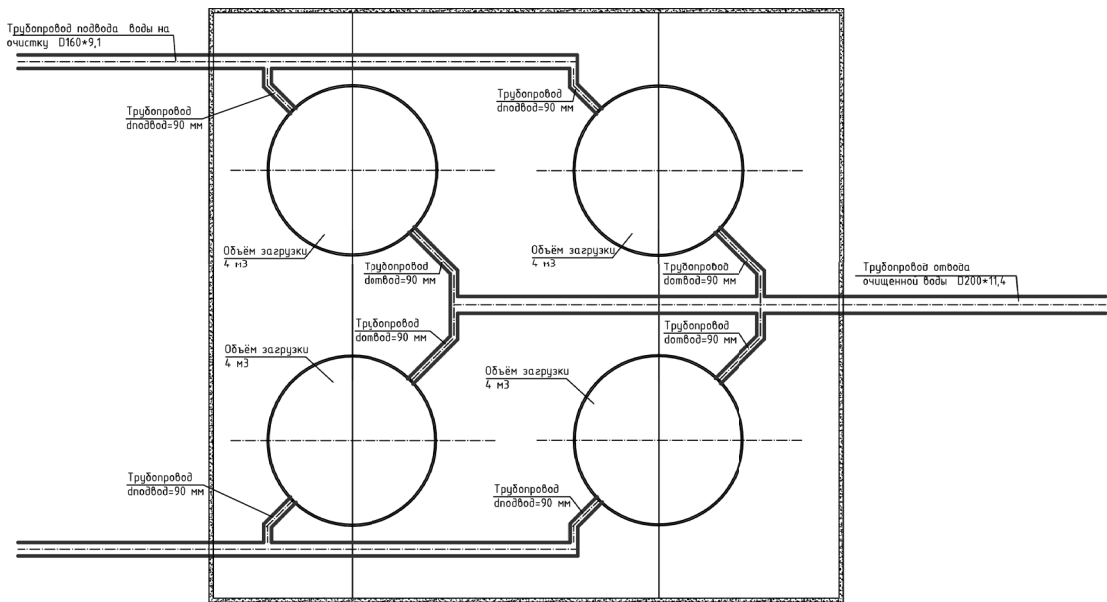


Рис. 7. План размещения фильтровальной установки на 80 м³/ч
Fig. 7. Filtration plant layout plan for 80 m³/h

Таблица 6
Table 6

Сводные данные расчета установки очистки воды для орошения
Irrigation Water Treatment Unit Calculation Summary

Данные расчета установки очистки воды	Типовая площадь сада, га	
	1	20
	Полив осуществляется	
	одновременно всей площади сада и работает один фильтр	попеременно частей площади сада и работает четыре фильтра с суммарной подачей 80 м³/ч
Q, м³/ч	4,00	20,00
Скорость входа воды в фильтр, м/ч	6,00	6,00
Площадь поверхности фильтра F, м²	0,67	3,33

Продолжение табл. 6

Данные расчета установки очистки воды	Типовая площадь сада, га	
	1	20
	Полив осуществляется	
	одновременно всей площади сада и работает один фильтр	попеременно частей площади сада и работает четыре фильтра с суммарной подачей 80 м³/ч
Диаметр фильтра d, м	0,9	2
Высота слоя фильтрующей загрузки конструктивная, м	1,20	1,20
Площадь живого сечения фильтра F, м²	0,64	3,14
Фактическая скорость поступления воды в фильтр	6,29	6,37
Подбор насоса для забора воды из канала и подачи на фильтр		
Q, м³/ч	4,00	20,00
Q, л/с	1,11	5,56
Диаметр трубопровода d, мм	50	110
Скорость v, м/с	0,83	0,86
Удельные потери напора, 1000i, м/км	24,9	10,1
Длина трубопровода l, м	30	30
Потери напора на участке трубопровода, м:		
h _l	0,90	0,36
H _г	15	15
h _ф	1	1
h _{св}	3	3
H _р	19,9	19,4
Марка выбранного насосного оборудования	Calpeda MXS4/404	Calpeda 4SD15/6
Номинальная мощность, кВт	1,30	1,50
Потребляемая мощность, кВт	2,2	2,33
Номинальный ток, А	3,80	4,20
Масса агрегата, кг	15,6	18,50
Стоимость насосного агрегата, евро	777,3	769,98
Стоимость, тыс. руб.	68,40	67,76
Подбор емкости для накопления воды на один технологический цикл		
Объем емкости запаса суточной работы фильтра, м³	4,00	20,00
Объем рабочий, м³, max	4,00	20,00
Диаметр внутренний, м	1,25	2,2
Длина емкости, м	3,4	5
Стоимость, тыс. руб.	40	190
Стоимость плиты основания		
Габаритные размеры плиты для размещения блокированных очистных сооружений	3,4·3,4·0,25(h)	7,6·7,6·0,25(h)
Объем бетона, м³	2,89	14,44
Стоимость бетона, тыс. руб./м³	3,4	3,4

Окончание табл. 6

Данные расчета установки очистки воды	Типовая площадь сада, га	
	1	20
	Полив осуществляется	
	одновременно всей площади сада и работает один фильтр	попеременно частей площади сада и работает четыре фильтра с суммарной подачей 80 м³/ч
Стоимость плиты, тыс. руб.	9,83	49,1
Вес арматуры, кг	0,23	1,14
Цена металла, тыс. руб./т	67	67
Стоимость металла, тыс. руб.	15,34	76,51
Стоимость плиты основания, тыс. руб.	25,17	125,61
Стоимость щебеночной подготовки		
Объем щебня для щебеночной подготовки, м³	0,62	2,96
Цена щебня, тыс. руб./м³	0,8	0,8
Стоимость щебня, тыс. руб.	0,49	2,3716
Расчет конструкции фильтра из полипропилена		
Объем полипропилена для изготовления емкости, см³	35268,5	401920
Плотность полипропилена, г/см³	0,91	0,91
Вес полипропилена, кг	32,31	365,75
Цена полипропилена, руб./кг	300	300
Стоимость полипропилена для изготовления фильтра, руб.	9628,3	109724
Суммарная стоимость объекта, тыс. руб.	434,06	685,77
Стоимость работы и монтажа, тыс. руб.	375,17	475,61
Итого стоимость фильтра (материалы, монтаж, пуск), тыс. руб.	143,7	495,72

Выводы

1. Выполнено сравнение показателей воды Северо-Крымского канала Республики Крым. Установлено, что вода относится ко II классу – не оказывает неблагоприятного влияния на качество сельскохозяйственной продукции и пригодна для орошения.

2. Выполнено моделирование процесса очистки на фильтровальной установке с плавающей фильтрующей загрузкой (пенополистиролом) на искусственно замутненной воде, имитирующей воду Северо-Крымского канала.

3. Установленная эффективность очистки составила 91,7 %, при этом полученное значение остаточной мутности удовлетворяло требованиям, предъявляемым к воде для полива при помощи капельного орошения.

4. Определены расходы воды для полива на основании определения стандартных площадей выращивания косточковых культур.

5. Рассчитаны конструктивные параметры, необходимые для изготовления установок типовой производительности с определением затрат на их изготовление и монтаж.

6. Выполнено сравнение стоимости с подобными конструкциями импортного производства и установлено, что их стоимость превышает предложенную конструкцию в 1,5–2 раза без учета стоимости дополнительного оборудования, необходимого для эксплуатации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Указ Президента Российской Федерации от 21.01.2020 № 20 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации». Дата опубликования: 21.01.2020. 21 с.

2. К созданию плодовых культур в Крыму. Ялта, 2017. 170 с.

3. Орлов В.О. Інтенсифікація роботи водочисних споруд сільськогосподарських групових

водопроводів: дис. ... д-ра техн. наук: 05.23.04. Рівне, 1995. 370 с.

4. Гироль Н.Н. Интенсификация процесса доочистки сточных вод фильтрованием: дис. ... д-ра техн. наук: 05.23.04. Харьков: Харьк. гос. техн. ун-т стр-ва и арх-ры, 1994. 384 с.

5. Журба М.Г. Пенополистирольные фильтры. М.: Стройиздат, 1992. 174 с.

6. Журба М.Г. Инновационные технологии фильтрования водных суспензий через плавающие полимерные загрузки // Водоснабжение и канализация. 2010. № 5–6. С. 47–56.

7. Стрелков А.К., Котовская Е.Е., Теплых С.Ю. Определение эффективности очистки воды поверхностных источников централизованного водоснабжения от органических загрязнений на примере г. Симферополя // Градостроительство и архитектура. 2017. Т. 7, № 3(28). С. 35–45. DOI 10.17673/Vestnik.2017.03.7.

8. Черносивтов М.Д., Колыфанова Е.А. Сравнение способов изготовления плавающей фильтрующей вспененной полистироловой загрузки для очистки воды // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительные технологии: сб. ст. Самара, 2016. С. 263–266.

9. Черносивтов М.Д., Колыфанова Е.А. Характеристики плавающей фильтрующей вспененной полистироловой загрузки, полученной резными методами измельчения // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительные технологии: сб. ст. Самара, 2017. С. 177–181.

10. Двухкамерные песчано-гравийные фильтра SantaGata [Электронный ресурс]. URL: <https://agroservers.ru/b/dvukhkomernye-peschano-graviynnye-filtra-santagata-italiya-2-39-1419560.htm> (дата обращения: 10.12.2023).

7. Strelkov A.K., Kotovskaya E.E., Teplykh S.Yu. Determining the efficiency of water purification of surface sources of centralized water supply from organic pollution on the example of Simferopol. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Planning and Architecture], 2017, vol. 7, no. 3(28), pp. 35–45. (in Russian) DOI 10.17673/Vestnik.2017.03.7

8. Chernosvitov M.D., Kolyfanova E.A. Comparison of methods of manufacturing a floating filtering foamed polystyrene charge for water purification. *Tradicii i innovacii v stroitel'stve i arhitekture. Stroitel'nye tehnologii: sb. st.* [Traditions and innovations in construction and architecture. Construction technologies]. Samara, 2016, pp. 263–266. (In Russian).

9. Chernosvitov M.D., Kolyfanova E.A. Characteristics of a floating filtering foamed polystyrene load obtained by carved grinding methods. *Tradicii i innovacii v stroitel'stve i arhitekture. Stroitel'nye tehnologii: sb. st.* [Traditions and innovations in construction and architecture. Construction technologies]. Samara, 2017, pp. 177–181. (In Russian).

10. SantaGata Dual Chamber Sand and Gravel Filter. Available at: <https://agroservers.ru/b/dvukhkomernye-peschano-graviynnye-filtra-santagata-italiya-2-39-1419560.htm> (accessed 10 December 2023).

REFERENCES

1. Decree of the President of the Russian Federation "On the Approval of the Doctrine of Food Security of the Russian Federation. 2020. N. 20. 21 p.

2. *K sozdaniju plodovykh kul'tur v Krymu* [To the creation of fruit crops in the Crimea]. Yalta, 2017. 107 p.

3. Orlov V.O. *Intensifikacija roboti vodochisnih sporud sil'skogospodars'kih grupovih vodoprovodiv*. Doct, Diss. [Intensification of robotics of water reserves silskogospodarskikh groups vodoprovodiv. Doct. Diss.]. Rivne, 1995. 270 p.

4. Gyrol N.N. *Intensifikacija processa doochistki stochnykh vod fil'trovaniem*. Doct, Diss. [Intensification of Waste Water Aftertreatment Process by Filtration. Doct. Diss.]. Kharkiv, 1994. 384 p.

5. Zhurba M.G. *Penopolistirol'nye fil'try* [Styrofoam filters]. Mocsow, Stroyizdat, 1992. 174 p.

6. Zhurba M.G. Innovative technologies for filtration of aqueous suspensions through floating polymer charges. *Vodosnabzhenie i kanalizacija* [Water Supply and Sewerage], 2010, no. 5–6, pp. 47–56. (in Russian)

Об авторах:

ТЕПЛЫХ Светлана Юрьевна

доктор технических наук, доцент, доцент
кафедры водоснабжения и водоотведения
Самарский государственный технический университет
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: lana2802@mail.ru

TEPLYKH Svetlana Yu.

Doctor of Engineering Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Water Supply
and Wastewater Chair
Samara State Technical University
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244
E-mail: lana2802@mail.ru

КОТОВСКАЯ Елена Евгеньевна

старший преподаватель кафедры
инженерных систем в строительстве
Крымский федеральный университет
им. В.И. Вернадского
295007, Россия, г. Симферополь,
пр. Академика Вернадского, 4
E-mail: elevkot@gmail.com

KOTOVSKAYA Elena E.

Senior Lecturer of the Engineering Systems in
Construction Chair
Crimean Federal University named after. IN AND.
Vernadsky
295007, Russia, Simferopol,
Academician Vernadsky Ave., 4
E-mail: elevkot@gmail.com

ГОРШКАЛЕВ Павел Александрович

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

GORSHKALEV Pavel A.

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

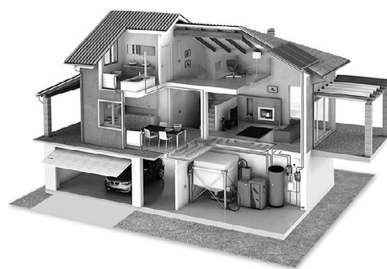
ГАЙДАЙЧУК Максим Геннадиевич

инженер специализированного предприятия
по строительству наружных сетей водопровода
и канализации
ИП «Гайдайчук»
E-mail: variv@mail.ru

GAYDAYCHUK Maxim G.

Joint Venture Engineer for the Construction of External
Water Supply and Sewerage Networks
IP «Gandaychuk»
E-mail: variv@mail.ru

Для цитирования: Теплых С.Ю., Котовская Е.Е., Горшкалев П.А., Гайдайчук М.Г. Разработка модульных комплексов очистки воды Северо-Крымского канала для полива сельскохозяйственных культур // Градостроительство и архитектура. 2024. Т. 14, № 1. С. 34–45. DOI: 10.17673/Vestnik.2024.01.05.
For citation: Teplykh S.Yu., Kotovskaya E.E., Gorshkalev P.A., Gaydaychuk M.G. Development of Modular Cleaning Complexes Water of the North Crimea Canal for Watering Agricultural Crops. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2024, vol. 14, no. 1, pp. 34–45. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2024.01.05.



**Ю. С. ВЫТЧИКОВ
М. Е. САПАРЁВ
А. А. ЧУЛКОВ
Д. Д. КОНЯКИНА**

ВЛАЖНОСТНЫЙ РЕЖИМ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ СУШИЛЬНОГО ОТДЕЛЕНИЯ ТУЛЬСКОГО ПИВЗАВОДА

**HUMIDITY REGIME OF BUILDING ENVELOPE STRUCTURES
OF THE DRYING COMPARTMENT TULA BREWERY**

Представлены результаты исследования влажностного режима строительных ограждающих конструкций сушильного отделения пивоваренного завода, расположенного в г. Туле. Оценка влажностного режима производилась с целью выявления причин повреждения наружных, внутренних стен и чердачного перекрытия, а также была поставлена задача по разработке технических решений по паро- и гидроизоляции указанных выше ограждающих конструкций. Для решения поставленных задач выполнены теплофизические расчёты строительных ограждающих конструкций, произведена оценка их влагонакопления в процессе эксплуатации здания. Определение положения плоскости возможной конденсации осуществлялось с применением авторской методики. Результаты теплофизических расчётов показали на наличие накопления влаги в указанных выше конструкциях, что связано с применением в качестве ветрозащиты полиэтиленовой плёнки ПВХ. Выявлено несоответствие нормативным требованиям по теплозащите наружной стены электрощитовой. С целью устранения данных проблем даны рекомендации, заключающиеся в применении в качестве пароизоляции плёнки типа «Изоспан А», увеличении толщины утеплителя, организации естественной приточно-вытяжной вентиляции чердачного помещения, гидроизоляции конструкций наружной стены из монолитного железобетона.

Ключевые слова: влажностный режим, ограждающая конструкция, теплофизический расчёт, плоскость возможной конденсации, пароизоляция

The article presents the results of a study of the humidity regime of building enclosing structures of the drying department of the brewery located in Tula. The assessment of the humidity regime was carried out in order to identify the causes of damage to external, internal walls and attic floors, and the task was also set to develop technical solutions for steam and waterproofing of the above-mentioned enclosing structures. To solve the tasks set, thermophysical calculations of building enclosing structures were performed, as well as an assessment of their moisture accumulation during the operation of the building. The position of the plane of possible condensation was determined using the author's methodology. The results of thermophysical calculations showed the presence of moisture accumulation in the above-mentioned structures, which is associated with the use of PVC polyethylene film as wind protection. It was also revealed that there was a discrepancy with the regulatory requirements for thermal protection of the external wall of the electrical panel. In order to eliminate these problems, recommendations were made, which consisted in using an Isospan A type film as a vapor barrier, increasing the thickness of the insulation, organizing natural supply and exhaust ventilation of the attic room, as well as waterproofing the structures of the outer wall made of monolithic reinforced concrete.

Keywords: humidity regime, enclosing structure, thermophysical calculation, plane of possible condensation, vapor barrier

Согласно [1] полученный при проращивании семян солод используется при приготовлении пива, имеет высокую влажность (42 – 45 %) и не годится для хранения. Для получения качественного продукта свежий солод сушат до достижения влажности, равной 2-3 %. В процессе сушки происходит значительное повышение температуры воздуха до 100 °С.

Из изложенного выше следует, что в верхней зоне сушильного отделения образуется агрессивная по отношению к ограждающим конструкциям смесь горячего воздуха и водяного пара. Влияние диффузии влаги через ограждающие конструкции на их долговечность описано в работах [2, 3]. Стоит отметить отличие влажностного режима ограждающих конструкций сушильного отделения пивоваренного завода от влажностного режима ограждающих конструкций жилых и общественных зданий и сооружений, описанного в работах [4–6]. Методам расчёта влажностного режима ограждающих конструкций посвящены работы [7–9].

Заказчиком данного исследования являлось ООО «Импульс» г. Самары. Для анализа

влажностного режима строительных ограждающих конструкций сушильного отделения Тульского пивзавода им были представлены фотоснимки поврежденных участков наружных и внутренних стен, а также чердачного перекрытия, входящих в состав здания замачивания, проращивания и солодосушки.

Для решения поставленных задач выполнены теплофизические расчеты строительных конструкций сушильного отделения.

Исполненные сотрудниками ЦЭС СамГТУ теплофизические расчеты включали в себя теплотехнический расчет наружных и внутренних стен, покрытий, а также оценку их влагонакопления в процессе эксплуатации здания.

План-схема здания сушильного отделения на отметке 0.000 представлена на рис. 1.

Теплотехнический расчет наружной стены сушильного отделения выполнялся по СП 50.13330.2012 «Тепловая защита здания» и авторскому аналитическому методу определения положения плоскости возможной конденсации, изложенному в работе [9].

На рис. 2 представлен фотоснимок элементов подвесного чердачного перекрытия,

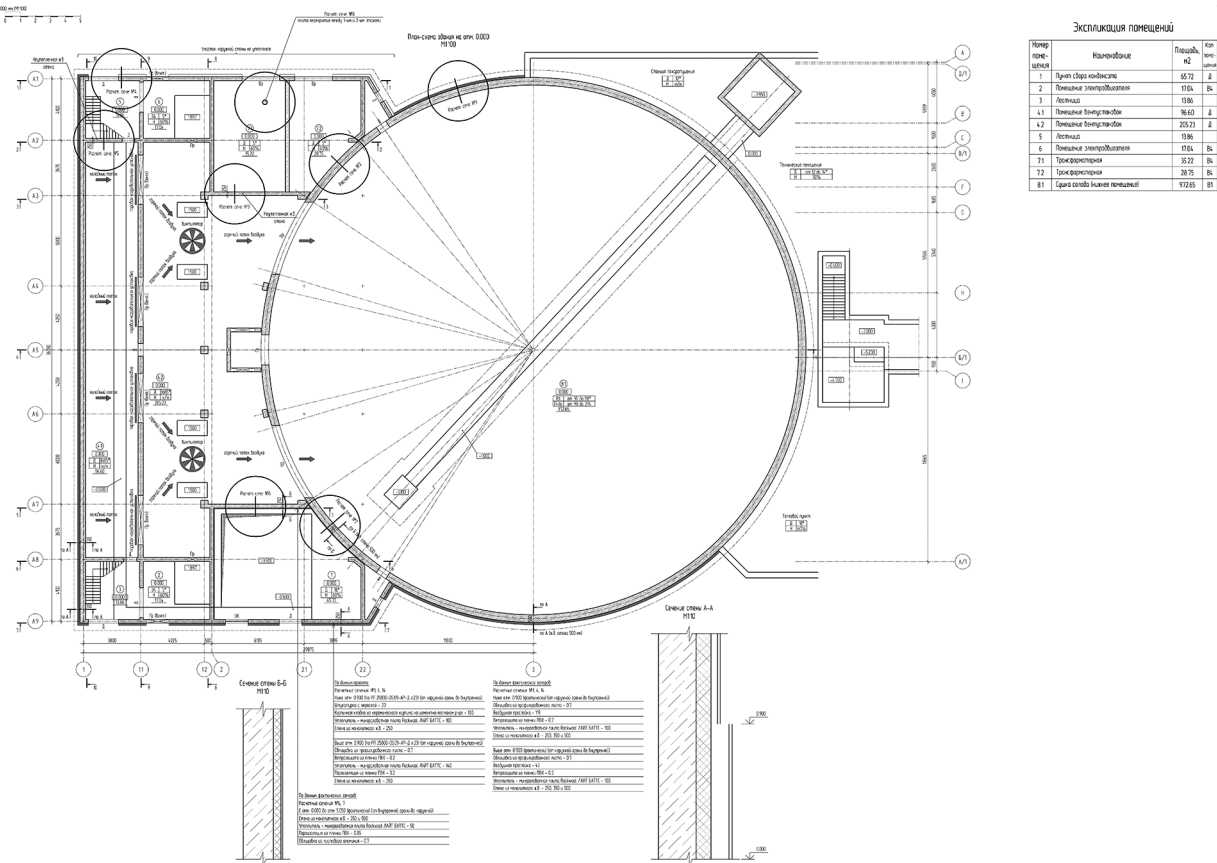


Рис. 1. План-схема здания на отм. 0.000
Fig. 1. Plan diagram of the building at elev. 0.000

на рис. 3 – стропильных конструкций покрытия над помещением сушильной камеры, на рис. 4 – сквозной коррозии профилированного настила перекрытия над помещением сушильной камеры.

Сухие следы увлажнения поверхностей стен помещения встроенной лестницы показаны на рис. 5, следы процесса выщелачивания с разрушением защитного слоя балок плиты перекрытия – на рис. 6.

Перед сотрудниками Центра энергосбережения в строительстве была поставлена задача в разработке технических решений по паро-

и гидроизоляции наружных стен, чердачного перекрытия и покрытия сушильного отделения, а также блока производственных помещений.

Согласно исходным данным, представленным заказчиком, температура воздуха t_v в сушильном отделении принималась равной 98 °С на отметке 0.000 и 85 °С – на отметке 5.250, относительная влажность – 98 % на указанных выше отметках.

Нормируемая плотность теплового потока q_n принималась равной 41 Вт/м² на отметке 0.000 и 36,8 Вт/м² согласно СП 50.13330.2012.



Рис. 2. Коррозия несущих элементов подвесного чердачного перекрытия над помещением сушильной камеры на участках их сопряжения между собой при помощи сварных швов

Fig. 2. Corrosion of bearing elements of the suspended attic floor by placing the drying chamber in the areas of their interfacing with each other by means of welds



Рис. 4. Сквозная коррозия локальными участками профилированного настила покрытия над помещением сушильной камеры

Fig. 4. Through corrosion with local sections of the profiled coating flooring above the drying chamber



Рис. 3. Поверхностная коррозия элементов стропильных конструкций покрытия

Fig. 3. Surface corrosion of elements of roof rafters

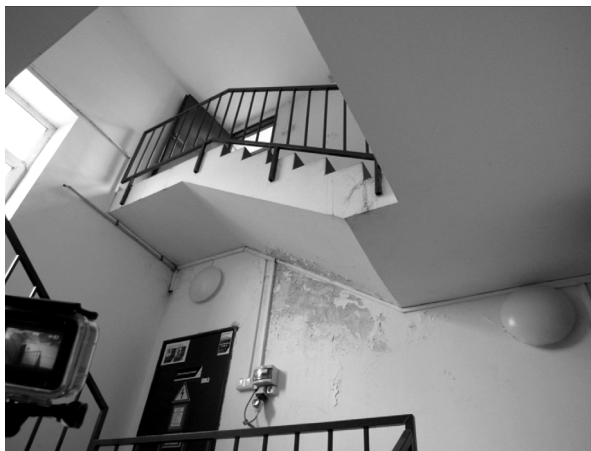


Рис. 5. Сухие следы увлажнения поверхностей стен помещения встроенной лестницы вследствие нарушения его температурно-влажностного режима в холодный период года

Fig. 5. Dry traces of humidification of the walls of the built-in staircase due to violation of its temperature and humidity regime during the cold season



Рис. 6. Следы процесса выщелачивания с разрушением защитного слоя и оголением поперечного армирования по нижней грани балок плиты покрытия на втором этаже в зоне сопряжения блоков здания (температурный деформационный шов)
Fig. 6. Traces of the leaching process with destruction of the protective layer and exposure of transverse reinforcement along the lower edge of the beams of the coating plate on the second floor in the interface area of the building blocks (temperature deformation joint)

Значения среднемесячной температуры и парциального давления водяного пара в наружном воздухе определялись для г. Тулы по СП 131.13330.2012 «Строительная климатология» и [10].
Расчетная схема наружной стены сушильного отделения представлена на рис. 7, ее состав – в таблице.

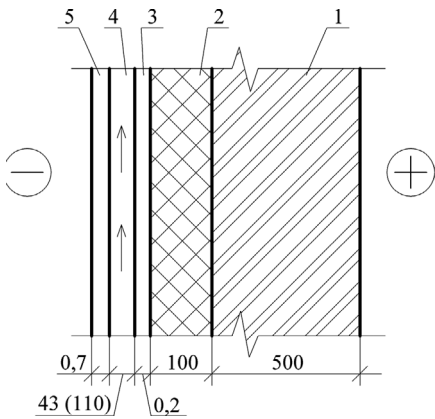


Рис. 7. Расчетная схема наружной стены сушильного отделения
Fig. 7. Design diagram of the outside wall of the drying compartment

Состав конструкции стены сушильного отделения
Composition of the drying compartment wall structure

Материал	Толщина δ_i , м	Плотность ρ_i , кг/м ³	Расчетные коэффициенты в условиях эксплуатации Б		
			ω_i , %	λ_i , Вт/м·°С	μ_i , мг/ м·ч·Па
Монолитный железобетон	0,5	2500	3	2,04	0,03
Базальтовая минвата типа Rockwool “Лайт-БАТТС”	0,1	100	5	0,05	0,32
Полиэтиленовая пленка	0,0002	50	0	0,2	0,000022
Вентилируемая воздушная прослойка	0,043 0,110				
Облицовка из профилированного стального листа	0,0007	7800		50	0

Теплотехнический расчет наружной стены выполнялся в следующей последовательности:
1. Определялось сопротивление теплопередаче наружной стены сушильного отделения согласно СП 50.13330.2012 по формуле

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_e} + \sum_{i=1}^3 \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_n}, \text{ м}^2\text{°C/Вт.} \quad (1)$$
$$R_0 = \frac{1}{11} + \frac{0,5}{2,04} + \frac{0,1}{0,05} + \frac{0,0002}{0,2} + \frac{1}{12} = 2,42 \text{ м}^2\text{°C/Вт.}$$

2. Рассчитывалась величина удельного теплового потока, проходящего через наружную стену:
а) на отметке 0.000
 $q_1 = \frac{t_{e1} - t_n}{R_0} = \frac{98 - 5,6}{2,42} = 38,2 \text{ Вт/м}^2$;
б) на отметке 5.250
 $q_1 = \frac{t_{e2} - t_n}{R_0} = \frac{85 - 5,6}{2,42} = 32,8 \text{ Вт/м}^2$.

Расчет показал на соответствие наружной стены отделения сушки солода нормативным требованиям по теплозащите:

а) на отметке 0.000

$$q_1 < q^{zod}; 36,2 < 41 \text{ Вт/м}^2;$$

б) на отметке 5.250

$$q_2 < q^{zod}; 36,2 < 36,8 \text{ Вт/м}^2.$$

Расчет влажностного режима наружной стены сушильного отделения выполнялся с целью проверки возможности накопления влаги в ней как за годовой период эксплуатации здания, так и за период месяцев с отрицательными температурами. Для достижения поставленной цели необходимо согласно СП 50.13330.2012 определить положение плоскости возможной конденсации, т. е. наиболее опасное сечение в стене с точки зрения процесса влагонакопления.

Для нахождения положения плоскости возможной конденсации разработчиками указанного выше свода правил предлагается решить трансцендентное уравнение относительно температуры ограждающей конструкции с помощью введения вспомогательной функции, значения которой представлены в табличной форме.

Авторами данной статьи было получено в работе [9] аналитическое решение задачи по определению положения плоскости возможной конденсации в виде следующей формулы:

$$x_i = \lambda_i \left\{ \frac{\left[t_b - 55,9 \left(\frac{e_b - e_{н.отр}}{t_b - t_{н.отр}} \frac{R_0^{всл}}{R_{по} \mu_i} \right) + 100 \right] R_0^{всл}}{t_b - t_{н.отр}} - \frac{1}{\alpha_b} - \sum_{i=1}^{i-1} R_i \right\}, \text{ м}, \quad (2)$$

где λ_i – коэффициент теплопроводности i -го слоя, Вт/м·°C; μ_i – коэффициент паропроницаемости i -го слоя, мг/м·ч·Па; e_b – парциальное давление внутреннего воздуха, Па; $e_{н.отр}$, $t_{н.отр}$ – среднее парциальное давление, Па, температура, °C наружного воздуха за период месяцев с отрицательными температурами соответственно $R_i = \delta_i / \lambda_i$; термическое сопротивление i -го слоя, м²·°C/Вт.

Если величина $x_i \geq \delta_i$, то за плоскость возможной конденсации принимается наружная поверхность i -го слоя.

После определения координаты плоскости возможной конденсации по формуле (2) выполнялся расчет влагонакопления по стандартной методике, изложенной в СП 50.13330.2012.

Расчет влажностного режима наружной стены отделения сушки солода производился в следующей последовательности:

1. Определялось сопротивление паропропусканию наружной стены согласно СП 50.13330.2012:

$$R_{n_0} = \sum_{i=1}^3 \frac{\delta_i}{\mu_i}, \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па/мг}; \quad (3)$$

$$R_{n_0} = \frac{\delta_1}{\mu_1} + \frac{\delta_2}{\mu_2} + \frac{\delta_3}{\mu_3} = \frac{0,5}{0,03} + \frac{0,1}{0,32} + \frac{0,0002}{0,000022} = 26,1 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па/мг}.$$

2. Значение упругости влажного воздуха в сушильном отделении рассчитывалось по формуле

$$e_e = E_e \frac{\varphi_e}{100}, \text{ Па}, \quad (4)$$

где E_b – парциальное давление насыщенного водяного пара, Па, определяемое согласно [3]:

$$E_b = 288,58 \left(1,098 + \frac{t_b}{100} \right)^{8,02} = 288,58 \left(1,098 + \frac{98}{100} \right)^{8,02} = 101808 \text{ Па} = 1,02 \text{ бар};$$

$$e_e = 101808 \frac{98}{100} = 99772 \text{ Па}.$$

3. Рассчитывалось значение температуры на наружной поверхности каждого слоя:

$$\tau_i = t_{\text{в}} - \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{н.отр}}}{R_0} \left(\frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^i R_i \right),$$

где $t_{\text{н.отр}}$ – средняя температура наружного воздуха для Тулы:

$$t_{\text{н.отр}} = \frac{t_{\text{нI}} + t_{\text{нII}} + t_{\text{нIII}} + t_{\text{нXI}} + t_{\text{нXII}}}{5} = \frac{-8,0 - 7,5 - 2,1 - 1,0 - 5,6}{5} = -4,84 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

$$\tau_{\text{в}} = t_{\text{в}} - \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{н.отр}}}{R_0} \cdot \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} = 98 - \frac{98 + 4,84}{2,42} \cdot \frac{1}{11} = 94,1 \text{ }^{\circ}\text{C};$$

$$\tau_1 = t_{\text{в}} - \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{н.отр}}}{R_0} \left(\frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} \right) = 98 - \frac{98 + 4,84}{2,42} \left(\frac{1}{11} + \frac{0,5}{2,04} \right) = 83,5 \text{ }^{\circ}\text{C};$$

$$\tau_2 = t_{\text{в}} - \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{н.отр}}}{R_0} \left(\frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} \right) = 98 - \frac{98 + 4,84}{2,42} \left(\frac{1}{11} + \frac{0,5}{2,04} + \frac{0,1}{0,05} \right) = -2,92 \text{ }^{\circ}\text{C};$$

$$\tau_3 = -2,92 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

4. Определялись значения парциального давления водяного пара на стыках слоев наружной стены:

$$e_{\text{в}} = 99772 \text{ Па};$$

$$e_i = e_{\text{в}} - \left(\frac{e_{\text{в}} - e_{\text{н.отр}}}{R_{\text{п0}}} \right) \cdot \sum_{i=1}^i R_{n_i}, \text{ Па};$$

$$e_1 = e_{\text{в}} - \left(\frac{e_{\text{в}} - e_{\text{н.отр}}}{R_{n_0}} \right) R_{n_1} = 99772 - \frac{99772 - 394}{26,1} 16,7 = 36919 \text{ Па};$$

$$e_2 = e_{\text{в}} - \left(\frac{e_{\text{в}} - e_{\text{н.отр}}}{R_{n_0}} \right) (R_{n_1} + R_{n_2}) = 99772 - \frac{99772 - 394}{26,1} (16,7 + 0,31) = 35707 \text{ Па};$$

$$e_3 = e_{\text{в}} - \left(\frac{e_{\text{в}} - e_{\text{н.отр}}}{R_{n_0}} \right) (R_{n_1} + R_{n_2} + R_{n_3}) = 99772 - \frac{99772 - 394}{26,1} (16,7 + 0,31 + 9,69) = 394 \text{ Па}.$$

5. Далее по значениям температур на стыках слоев определялись значения парциального давления насыщенного водяного пара по формулам, приведенным в работе [3]:

$$E_i = 288 \left(1,098 + \frac{t_i}{100} \right)^{8,02} ; \tau_i \geq 0;$$

$$E_i = 4,688 \left(1,486 + \frac{t_i}{100} \right)^{12,3} ; \tau_i \leq 0;$$

$$E_{\text{в}} = 288 \left(1,098 + \frac{94,1}{100} \right)^{8,02} = 87281 \text{ Па};$$

$$E_1 = 288 \left(1,098 + \frac{83,5}{100} \right)^{8,02} = 56882 \text{ Па};$$

$$E_2 = 4,688 \left(1,486 - \frac{2,92}{100} \right)^{12,3} = 480 \text{ Па};$$

$$E_2 = E_3 = 480 \text{ Па}.$$

6. Осуществлялась проверка на возможность выпадения конденсата в наружной стене:

$$\begin{aligned} e_b &> E_b; 99772 > 87281 \text{ Па;} \\ e_1 &< E_1; 36919 < 56882 \text{ Па;} \\ e_2 &> E_2; 35707 > 480 \text{ Па;} \\ e_3 &< E_3; 394 < 480 \text{ Па.} \end{aligned}$$

Расчет показал на наличие конденсации водяного пара на внутренней поверхности наружной стены и в слое базальтовой минваты.

7. Положение плоскости возможной конденсации определялось по формуле (2) согласно [2]:

$$x_2 = \lambda_2 \cdot \left\{ \frac{\left[t_a - 55,9 \left(\frac{e_a - e_{n,omp}}{t_a - t_{n,omp}} \cdot \frac{R_0}{R_{n_0}} \cdot \frac{\lambda_2}{\mu_2} \right)^{0,1515} + 100 \right] \cdot R_0}{t_a - t_{n,omp}} - \frac{1}{\alpha_a} - R_1 \right\}, \text{ м;}$$

$$x_2 = 0,05 \cdot \left\{ \frac{\left[98 - 55,9 \left(\frac{99772 - 394}{98 + 4,84} \cdot \frac{2,42}{26,1} \cdot \frac{0,05}{0,32} \right)^{0,1515} + 100 \right] \cdot 2,42}{98 + 4,84} - \frac{1}{11} - \frac{0,5}{2,04} \right\} = 0,117 \text{ м.}$$

$$0,117 \text{ м} > \delta_2 = 0,1 \text{ м.}$$

Следовательно, плоскость возможной конденсации совпадает с наружной поверхностью базальтовой минваты.

Проверка на возможность накопления влаги за годовой период эксплуатации здания, выполненная по методике, изложенной в СП 50.13330.2012, показала на чрезмерное увлажнение базальтовой минваты.

Применение полиэтиленовой пленки в качестве ветрозащиты, обладающей значительным сопротивлением диффузии водяных паров, привело к накоплению влаги в наружной стене.

По изложенной выше методике сотрудниками центра «Энергосбережение в строительстве» СамГТУ были выполнены также расчеты наружных стен пункта сбора конденсата и помещения вентустановок, внутренних стен электрощитовой, чердачного перекрытия и покрытия над технологическим помещением, а также покрытия над помещениями вентустановок.

На основе выполненного теплофизического расчета строительных конструкций сушильного отделения и примыкающего к нему блока производственных помещений, входящих в состав здания замачивания, проращивания и солодосушки, можно заключить следующее:

- уровень теплозащиты наружных стен сушильного отделения, пункта сбора конденсата и помещения вентустановок соответствует нормативным требованиям;
- накопление влаги, как показали результаты расчета влажностного режима наружных стен, воз-

можно во всех указанных выше помещениях. Оно связано с тем, что в качестве ветрозащиты применена полиэтиленовая пленка ПВХ толщиной 0,2 мм, обладающая значительным сопротивлением паропроницанию. Для устранения накопления влаги следовало применить пароизоляционную пленку типа «Изоспан-А», обладающую низким сопротивлением паропроницанию. В качестве утеплителя следует применить плиты из базальтового волокна марки «Венти-Батс» или аналоги;

- уровень теплозащиты внутренней стены пункта сбора конденсата, примыкающей к помещению вентустановок, а также электрощитовой, примыкающей к верхнему помещению сушилки солода, не соответствует нормативным требованиям по величине удельного теплового потока. Необходимо увеличить толщину теплоизоляционного материала;

- расчет влажностного режима внутренней стены пункта сбора конденсата, примыкающей к помещению вентустановок, показал на возможное в ней накопление влаги из-за установленной пароизоляции со стороны наружной поверхности утеплителя и облицовки листовым алюминием без воздушной прослойки;

- расчет влажностного режима внутренней стены электрощитовой, примыкающей к верхнему помещению сушилки солода, показал на наличие конденсата на внутренней поверхности железобетона. Необходимо выполнить мероприятия по гидроизоляции конструкций стены из монолитного железобетона;

▪ отсутствие пароизоляции со стороны внутренней поверхности утеплителя в чердачном перекрытии над технологическими помещениями, а также ветрозащиты со стороны чердака может привести к обильному замачиванию базальтовой минваты.

Для устранения выпадения конденсата на ограждающих строительных конструкциях чердачного помещения необходимо организовать естественную приточно-вытяжную вентиляцию.

В конструкции покрытия над помещениями вентустановок, как показали результаты расчета влажностного режима, возможно накопление влаги за годовой период эксплуатации здания. Для нейтрализации данного дефекта необходимо применить более эффективный пароизоляционный материал.

Наружная стена электрощитовой, выполненная из монолитного железобетона толщиной 250 мм, не утеплена, что противоречит нормативным требованиям по теплозащите производственных зданий и может привести к обильному выпадению конденсата на ее внутренней поверхности.

Выводы. 1. В конструкции наружных стен, внутренних перегородок, покрытий и перекрытий выявлено накопление влаги, в результате чего происходит замачивание утеплителя, разрушение монолитного железобетона и коррозия стальных несущих конструкций.

2. Представлены рекомендации конструктивных решений наружных и внутренних стен, покрытий и перекрытий, защищенных от увлажнения с помощью пароизоляционных и гидроизоляционных материалов, позволяющих повысить уровень теплозащиты здания, а также защитить конструкции от переувлажнения.

3. Рекомендуется стены из монолитного железобетона, а также стальные конструкции со стороны агрессивной среды с высокой температурой и влажностью воздуха обработать термостойким гидроизоляционным покрытием марки Master Protect 1825.

4. Для борьбы с тепло- и влагоизбытком в электрощитовых и чердачных помещениях рекомендуется организовать приточно-вытяжную вентиляцию.

5. После устранения выявленных дефектов и организации приточно-вытяжной вентиляции в помещениях необходимо постоянно вести контроль за состоянием строительных конструкций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Баланов П.Е., Смотраева И.В. Технология солода. СПб.: ИТМО, 2014. 82 с.

2. Королева Т.И., Мельников И.Е. Исследование влажностного режима ограждающих конструкций стен. Пенза: ПГУАС, 2019. 136 с.

3. Ананьев А.И. Влажностный режим и долговечность наружных стен зданий // АВОК. 2018. № 8. С. 32–36.

4. Гречишкин А.В., Пучков Ю.М. Исследование температурно-влажностного режима помещений нового жилого дома со стенами из кирпича // Образование и наука в современном мире. Инновации. 2018. № 2. С. 151–157.

5. Верхотина А.В., Новиков М.В. Оценка воздушного и влажностного режима ограждающих конструкций здания // Инженерные системы и сооружения. 2020. № 2. С. 48–55.

6. Гагарин В.Г., Зубарев К.П. Исследования влажностного режима ограждающих конструкций с повышенным уровнем энергосбережения // Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании: сб. мат. VI Межд. науч. конф. М.: МГСУ, 2018. С. 16–19.

7. Калинина А.И., Плаксина Е.В., Долбилова М.А. Основы расчета влажностного режима ограждающих конструкций // Инновации и инвестиции. 2021. № 4. С. 231–234.

8. Корниенко С.В. Инженерная оценка влажности наружных стен // Интернет-вестник ВОЛГАСУ. 2015. № 1. С. 19.

9. Вытчиков Ю.С., Сапарёв М.Е., Дядин А.А. Приближенный аналитический метод расчета влажностного режима многослойных строительных ограждающих конструкций // Инженерный вестник Дона. 2020. № 3. С. 11–12.

10. Блази В. Строительная физика: справочник проектировщика. М.: Техносфера, 2004. 486 с.

REFERENCES

1. Balanov P.E., Smotraeva I.V. *Tehnologija soloda* [Malt technology]. St. Petersburg, ITMO, 2014. 82 p.

2. Koroleva T.I., Mel'nikov I.E. *Issledovanie vlazhnostnogo rezhima ograzhdajushih konstrukcij sten* [Study of humidity conditions of wall enclosing structures]. Penza, PGUAS, 2019. 136 p.

3. Anan'ev A.I. Humidity conditions and durability of external walls of buildings. AVOK [AVOK], 2018, no. 8, pp. 32–36. (in Russian)

4. Grechishkin A.V., Puchkov Yu.M. Study of the temperature and humidity conditions of the premises of a new residential building with brick walls. *Obrazovanie i nauka v sovremennom mire. Innovacii* [Education and science in the modern world. Innovation], 2018, no. 2, pp. 151–157. (in Russian)

5. Verkhovina A.V., Novikov M.V. Assessment of air and humidity conditions of building enclosing structures. *Nauchnyj zhurnal. Inzhenernye sistemy i sooruzhenija* [Scientific journal. Engineering systems and structures], 2020, no. 2, pp. 48–55. (in Russian)

6. Gagarin V.G., Zubarev K.P. Studies of humidity conditions of enclosing structures with an increased level

of energy saving. Integracija, partnerstvo i inovacii v stroitel'noj nauke i obrazovanii. Sbornik materialov VI Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii [Integration, Partnership and Innovation in Building Science and Education: Sat. mat. VI Intl. scientific. conf.], Moscow, MGSU, 2018, pp. 16–19. (In Russian).

7. Kalinina A.I., Plaksina E.V., Dolbilova M.A. Basics of calculating the humidity regime of enclosing structures. *Innovacii i investicii* [Innovations and investments], 2021, no. 4, pp. 231–234. (in Russian)

8. Kornienko S.V. Engineering assessment of humidity of external walls. *Internet-vestnik VOLGGASU* [The online bulletin of VOLGGASU], 2015, no. 1. p. 19. (in Russian)

9. Vytychikov Y.S., Saparev M.E., Dyadin A.A. Approximate analytical method for calculating the humidity regime of multilayer building enclosing structures. *Inzhenernyj vestnik Dona* [Engineering Bulletin of the Don], 2020, no. 3, pp. 11–12. (In Russian)

10. Blazi V. *Stroitel'naja fizika: spravochnik proektirovshhika* [Construction Physics: Designer's Handbook]. Moscow, Tehnosfera, 2004. 486 p.

Об авторах:

ВЫТЧИКОВ Юрий Серафимович

кандидат технических наук, профессор
кафедры теплогазоснабжения и вентиляции
Самарский государственный технический университет
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: git.2008@mail.ru

САПАРЁВ Михаил Евгеньевич

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

ЧУЛКОВ Александр Анатольевич

инженер Центра энергосбережения в строительстве
Самарский государственный технический университет
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: ch_aleks01@mail.ru

КОНЯКИНА Дарья Денисовна

аспирант кафедры теплогазоснабжения и вентиляции
Самарский государственный технический университет,
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: d.konyakina@yandex.ru

VYTCHIKOV Yuri S.

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

SAPAREV Mikhail E.

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

CHULKOV Aleksandr A.

Engineer of the Center Energy Saving in Construction
Samara State Technical University
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244
E-mail: ch_aleks01@mail.ru

KONYAKINA Dar'ya D.

Postgraduate student of the Heat and Gas supply and ventilation Chair
Samara State Technical University
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244
E-mail: d.konyakina@yandex.ru

Для цитирования: Вытычков Ю.С., Сапарёв М.Е., Чулков А.А. Конякина Д.Д. Влажностный режим строительных ограждающих конструкций сушильного отделения Тульского пивзавода // Градостроительство и архитектура. 2024. Т. 14, № 1. С. 46–54. DOI: 10.17673/Vestnik.2024.01.06.

For citation: Vytychikov Yu.S., Saparev M.Ye., Chulkov A.A., Konyakina D.D. Humidity Regime of Building Envelope Structures of the Drying Compartment Tula Brewery. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2024, vol. 14, no. 1, pp. 46–54. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2024.01.06.

Ал ДЖОЖО Ф.
Д. В. ЗЕЛЕНЦОВ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАБОЧЕЙ ТЕМПЕРАТУРЫ В ОСНОВНОМ ГЕНЕРАТОРЕ ДВУХСТУПЕНЧАТОЙ АБСОРБЦИОННОЙ ХОЛОДИЛЬНОЙ МАШИНЫ, РАБОТАЮЩЕЙ НА ВОДНОМ РАСТВОРЕ БРОМИДА ЛИТИЯ

DETERMINATION OF OPERATING TEMPERATURE IN MAIN GENERATOR
OF A TWO-STAGE ABSORPTION REFRIGERATION MACHINE WORKING
ON AN AQUEOUS SOLUTION OF LITHIUM BROMIDE

Рассмотрены тепловые характеристики двухступенчатой абсорбционной холодильной машины. Численный анализ показал, что температура вторичного генератора не является постоянной. Также выяснилось, что холодильный коэффициент сначала значительно возрастает, а затем стабилизируется на определенном значении температуры главного генератора, но этот результат не представляет собой подходящую величину для расчета холодильного контура абсорбционной холодильной машины, поскольку он вызывает кристаллизацию в контуре. Это было проверено на основе схемы термодинамических ($h-X-T$) связей раствор бромид лития – вода. Решающим моментом в определении соответствующей температуры является изучение изменения холодильной мощности в процессе изменения температуры генератора. При этом расчетная температура основного генератора должна находиться в диапазоне между температурой, соответствующей наибольшей холодильной мощности, и температурой, далекой от явления кристаллизации.

Ключевые слова: абсорбционная холодильная машина, водный раствор бромида лития, двойной эффект, температура основного генератора, температура вторичного генератора, явление кристаллизации

This paper examines the thermal characteristics of a two-stage absorption refrigeration machine. When carrying out a numerical analysis, it turned out that the secondary generator's temperature was not constant, and it was also found that the coefficient of thermal performance of this cycle increased significantly at the beginning, then stabilized at a certain value for the temperature degree of the primary generator. But this result is not the right value for calculating the absorption refrigeration cycle; it might cause crystallization inside the cycle and This was verified based on the thermodynamic relationship chart ($h-X-T$) for LiBr-water solution. In addition, the decisive point for determining the appropriate temperature is to study the change in refrigeration capacity in the process when the temperature of the generator changes. In this case, the design temperature for the primary generator should be in the range between the temperature corresponding to the highest refrigeration capacity and the temperature far from the crystallization phenomenon.

Keywords: absorption refrigeration cycle, LiBr-water solution, double effect, Primary generator temperature's, Secondary generator temperature's, Crystallization phenomena

Растущий спрос на энергию предвещает, с одной стороны, резкое сокращение запасов ископаемого топлива, а с другой – чрезмерное потребление этих источников привело к многочисленным экологическим проблемам, заставив весь мир искать альтернативные и, желательно, возобновляемые источники энергии. Одним из наиболее важных из этих источников является солнечная энергия, которая характеризуется способностью покрывать различные нагрузки, как тепловые, так и электрические [1, 2]. Например, системы кондиционирования и охлаждения, работаю-

щие с использованием парокомпрессионных холодильных установок, потребляют электрическую энергию [3]. В больших количествах используемые в них хладагенты оказывают вредное воздействие на окружающую среду, особенно на озоновый слой. Парокомпрессионная холодильная машина состоит из четырех основных элементов, как показано на рис. 1: компрессора, конденсатора, испарителя и расширительного (терморегулирующего) клапана. Контур работает на двух уровнях давления: низком (давлении испарения) и высоком (давление конденсации).

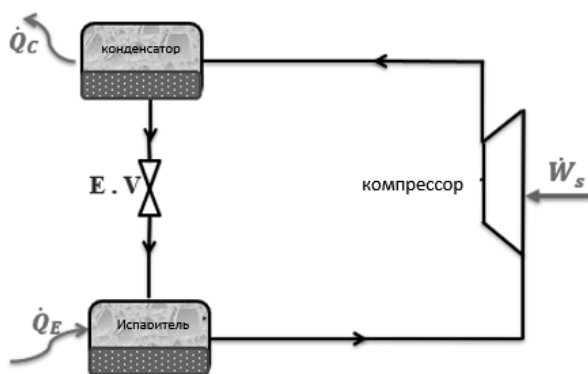


Рис. 1. Схема парокомпрессионной холодильной установки

Fig. 1. Steam Compression Refrigeration Unit Diagram

Важнейшим фактором в системах кондиционирования воздуха, отличающим одну установку от другой, является холодильный коэффициент (коэффициент энергоэффективности) ϵ (EER), который равен отношению отводимой энергии (холодопроизводительности) к потребляемой энергии.

Энергия, потребляемая в контуре холодильного оборудования под давлением, является электрической энергией. Причем следует отметить, что электрическая энергия является вторичной энергией, и, соответственно, не учитываются многочисленные потери, накопленные в результате процесса преобразования первичной энергии (например сжигание метана) во вторичную энергию (электрическую энергию). Поэтому высокое значение ϵ в схеме не считается достаточно приемлемым показателем для сравнения ее с другими холодильными схемами. Следует также отметить, что наиболее энергозатратным элементом (с энергетической точки

зрения) в схеме является компрессор. Можно ли обойтись без него? И как другим способом поднять давление паров хладагента, вырабатываемых в испарителе, от низкого (давления испарения) до высокого (давления конденсации)? Этого можно достигнуть за счет использования свойств растворов, состоящих из двух веществ: абсорбента и абсорбируемого в нем вещества (в данном случае хладагента). При нагреве раствора хладагент выделяется из раствора.

Существует несколько типов абсорбционных холодильных машин, самой простой из которых является одноступенчатая абсорбционная холодильная машина, показанная на рис. 2, имеющая два уровня давления, где компрессор заменен генератором и абсорбционной емкостью, а хладагент, используемый в парокомпрессионных холодильных машинах, заменяется двухкомпонентным раствором: охлаждающим элементом (хладагентом) и абсорбционным элементом (абсорбентом). Водный раствор бромида лития считается одним из наиболее широко используемых растворов.

При нагревании раствора в генераторе пары хладагента высвобождаются за счет подаваемого тепла, затем хладагент конденсируется в конденсаторе. Его давление снижается в расширительном клапане до давления испарения, а затем он испаряется в испарителе, возвращается в поглотительный резервуар (абсорбер) для поглощения раствором (абсорбентом) с низким содержанием хладагента, возвращающимся из генератора [4].

Необходимо отметить, что пар, образующийся в генераторе, имеет высокую температуру, поэтому в контуре образуются большие тепловые потери. Пар можно утилизировать путем пропускания через второй генератор для нагрева раствора, возвращающегося из основ-

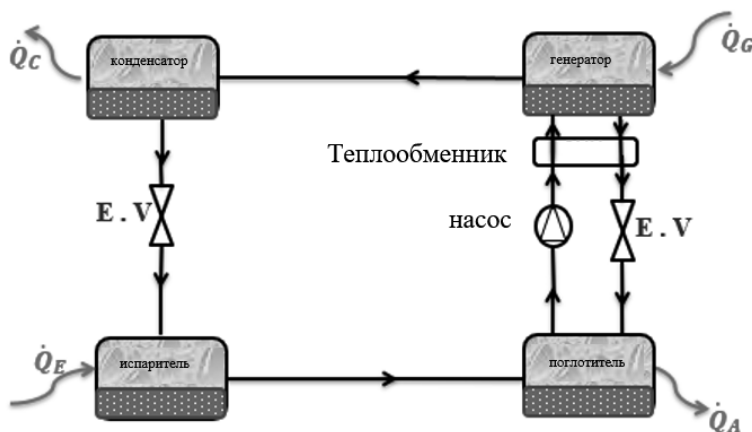


Рис. 2. Схема одноступенчатой абсорбционной холодильной машины

Fig. 2. Diagram of a single-stage absorption refrigerating machine

определить подходящую температуру для работы основного генератора.

В данном исследовании изучались тепловые характеристики контура охлаждения, а именно изменение эффективности контура охлаждения при различных температурах основного генератора (температура вторичного генератора остается постоянной). Исследование показало, что с увеличением температуры основного генератора холодильный коэффициент уменьшается, как показано на рис. 4. Но это нелогично и противоречит тепловым характеристикам схемы, так как повышение температуры основного генератора приводит к увеличению количества выделяемых паров хладагента. Таким образом, увеличение эффективности охлаждения превышает увеличение теплового потока, требуемого в главном генераторе, что должно приводить к высокому значению ε (EER). Такая схема термически неуравновешенна, поскольку температура вторичного генератора остается постоянной, в то время как температура основного генератора изменяется [8].

Следовательно, температура вторичного генератора напрямую связана с температурой основного генератора. При изменении температуры основного генератора изменяется температура вторичного генератора, как показано на рис. 5, где видно, что зависимость между температурами основного и вторичного генераторов принимает линейную форму, а соотношение между ними колеблется в пределах от 1,49 до 1,52 и выражается в виде

$$T_{g2} = 0.6232 \times T_{g1} + 5.7827. \quad (1)$$

Поэтому для определения температуры вторичного генератора необходимо изучить тепловой баланс схемы в целом путем построения зависимости изменения температуры основного генератора с погрешностью, возникающей из-за теплового дисбаланса системы, которая рассчитывается по следующему уравнению (путем вычитания потоков энергии, выходящих из цепи, из потоков энергии, поступающих в цепь):

$$\dot{Q}_{G1} + \dot{Q}_E = \dot{Q}_A + \dot{Q}_C. \quad (2)$$

По результатам расчета видно, что кривая сначала уменьшается, пока не достигнет предельной точки, с ошибкой теплового баланса, равной нулю, после чего ошибка снова увеличивается. Таким образом, в данной точке устанавливается рабочая температура вторичного генератора, как показано на рис. 6, следовательно, изменение температуры зависит от основного и вторичного генераторов.

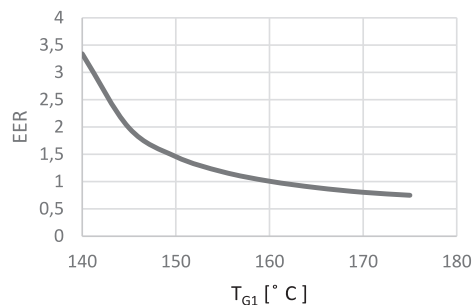


Рис. 4. Изменение холодильного коэффициента абсорбционного холодильного контура в зависимости от изменения температуры основного генератора

Fig. 4. Change in the refrigeration coefficient of the absorption refrigeration circuit depending on the change in the temperature of the main generator

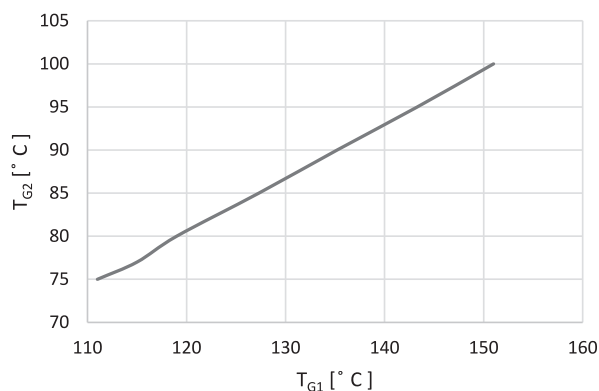


Рис. 5. Изменение температуры вторичного генератора в зависимости от изменения температуры основного генератора

Fig. 5. Change in temperature of the secondary generator depending on the change in temperature of the main generator

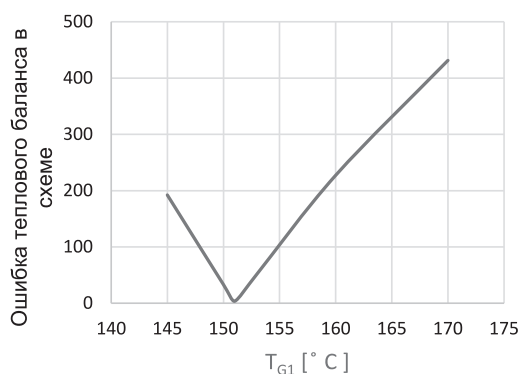


Рис. 6. Изменение температуры основного генератора в зависимости от величины дисбаланса

Fig. 6. Change in the temperature of the main generator depending on the unbalance value

Далее производился тепловой расчет контура, где первоначально определяются давления, действующие в контуре: давление испарения, соответствующее температуре испарения, и давление конденсации, соответствующее температуре конденсации по логарифмической диаграмме $\log(p) - X - T$ для раствора бромид лития с водой. Как показано на рис. 7, при давлении конденсации выбирается точка, расположенная непосредственно перед точкой пересечения линии давления конденсации с кривой кристаллизации (чтобы гарантировать, что кристаллизации не происходит), которая представляет собой максимальную температуру вторичного генератора. В результате можно определить концентрацию раствора, выходящего из вторичного генератора, помимо его температуры, что также приводит к определению рабочего давления в основном генераторе.

Таким образом определяется три рабочих давления в контуре, а рабочая температура в основном генераторе рассчитывается по описанному выше методу (расчет теплового баланса в каждой точке).

Затем рассчитывают значение коэффициента энергоэффективности ε (EER) при различных значениях температуры основного генератора [9], изучая его изменение в целом в зависимости от изменения температуры основного генератора (рис. 8).

Из рис. 8 видно, что по мере увеличения температуры основного генератора холодильный коэффициент вначале значительно увеличивается, далее его прирост постепенно снижается с увеличением температуры основного генератора и затем начинает стабилизироваться, при этом наибольшее значение ε (EER) составляет

1,6 при температуре 150 °С. Как уже говорилось, особенность абсорбционной холодильной машины, работающей на системе бромид лития – вода, заключается в риске возникновения кристаллизации в контуре, в связи с чем безопасность контура должна быть обеспечена при этом значении.

Концентрация раствора, выходящего из основного генератора, составляет 58,43 % при температуре 150 °С, а концентрация раствора, выходящего из вторичного генератора, равна 66,14 %. Оба значения довольно далеки от кристаллизации в контуре, что показано на диаграмме термодинамических связей раствор бромид лития – вода ($h-X-T$) на рис. 9. Поскольку на линии раствора, выходящей из вторичного генератора, имеется теплообменник, раствор попадает в зону кристаллизации при температурах, превышающих 135 °С.

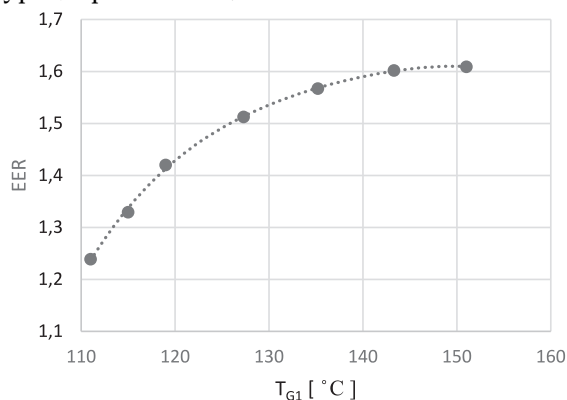


Рис. 8. Изменение холодильного коэффициента в зависимости от температуры основного генератора
Fig. 8. Change in refrigeration coefficient depending on the temperature of the main generator

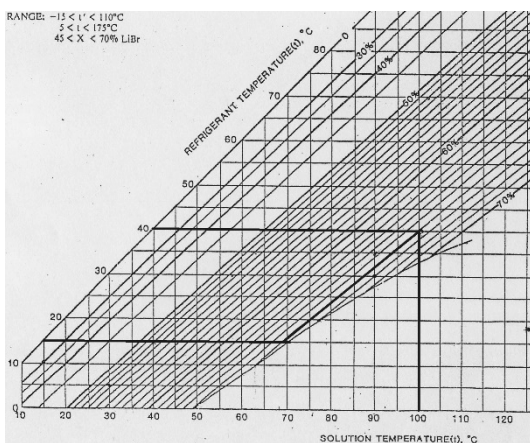


Рис. 7. Диаграмма $\log(p) - X - T$ термодинамических связей раствора бромид лития – вода
Fig. 7. Log (p) - X - T diagram of thermodynamic bonds lithium bromide – water solution

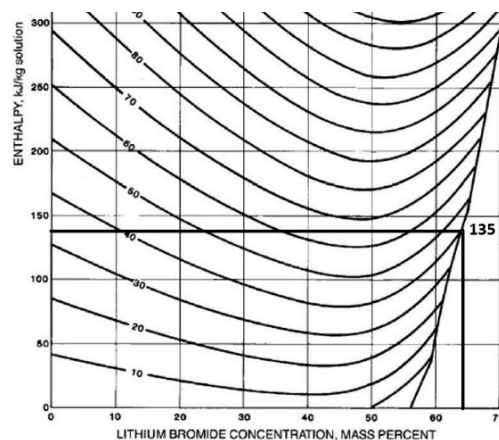


Рис. 9. Диаграмма ($h-X-T$) термодинамических связей раствора бромида лития в воде
Fig. 9. Diagram of ($h-X-T$) thermodynamic bonds of lithium bromide solution in water

Поэтому схема должна быть рассчитана на температуру ниже 135 °С. В результате решающим фактором при определении подходящей рабочей температуры для схемы является значение изменения эффективности схемы при изменении температуры основного генератора [10], как показано на рис. 10.

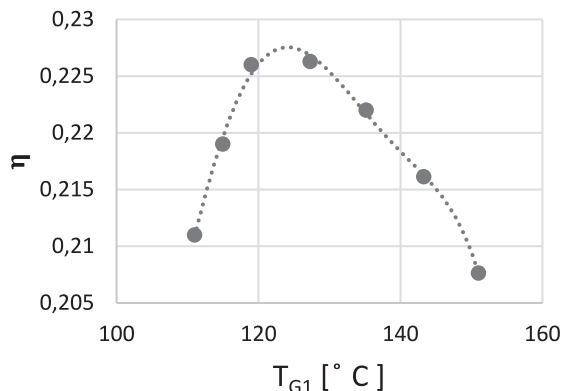


Рис. 10. Изменение эффективности схемы при изменении температуры основного генератора
Fig. 10. Change of circuit efficiency in case of main generator temperature change

Из рис. 10 видно, что по мере увеличения температуры основного генератора выходная мощность сначала резко увеличивается, пока не достигает экстремума, где выходная мощность стабилизируется, а затем начинает уменьшаться с увеличением температуры из-за роста тепловых потерь. При этом максимальное выходное значение составляет 0,2263 при температуре 123 °С.

Вывод. Таким образом, для наибольшего эффекта проектирование должно осуществляться для температуры, соответствующей более высокому значению EER, и температуры, далекой от явления кристаллизации. Поэтому наиболее оптимальной будет схема при проектировании с температурой основного генератора 130 °С, что далеко от температуры кристаллизации и обеспечивает наибольшее соотношение температур 1,52 и эффективность 0,225.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Захидов Р.А., Давлонов Х.А. Перспективы солнечных систем охлаждения зданий на основе абсорбционных холодильных машин // Альтернативная энергетика. 2022. Т. 5, № 2. С. 7–10.
2. Чиркова Е.В. Использование теплоты солнечной энергии в животноводческих зданиях // Градостроительство и архитектура. 2019. Т.9, № 3. С. 56–62. DOI: 10.17673/Vestnik.2019.03.8.

3. Едуков Д.А., Сайманова О.Г., Едуков В.А. Исследование энергоэффективности системы кондиционирования воздуха с вторичным охлаждающим контуром // Градостроительство и архитектура. 2023. Т. 13, № 1 (50). С. 67–73. DOI: 10.17673/Vestnik.2023.01.9.

4. Мереуца Е.В., Сухих А.А. Анализ энергетической эффективности системы кондиционирования на базе абсорбционной холодильной машины с подключением теплонасосной установки и солнечных коллекторов // Проблемы региональной энергетики. 2023. № 1 (57). С. 99–110.

5. Suhail Ahmad Khan. "Comparative analysis of single and double effect LiBr-water absorption system". 4th International Conference on Recent Innovations in Sciences Engineering and Management. March 2016.

6. Mohammad Seraj, M.Altamush Siddiqui. "Performance Analysis of Parallel flow single and double effect absorption cycles". International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology. V. 2. I. 5. May 2013.

7. Khagendra Kumar Upman., B.L. Gupta., Dhananjay Kumar., Prashant Kumar Baheti. "Design and Performance Analysis of Solar Powered Absorption Cooling System for Computer Laboratory". International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET). V.04. I. 06. June 2017.

8. Rabi Karaali. "Exergy Analysis of double – effect absorption cycles". International journal of engineering sciences & research technology. December. 2016.

9. Farid Nasir Ani. "Double Effect Solar Absorption thermal energy storage". Journal Mekanikal. N. 35. P. 38–53. December 2012.

10. H. Al-Tahaineh, M. Frihat, M. Frihat, M. Al-Rashdan. "Exergy Analysis of a Single-Effect Water-Lithium Bromide Absorption Chiller Powered by Waste Energy Source for Different Cooling Capacities". Energy and Power 2013.

REFERENCES

1. Zakhidov R.A., Davlonov H.A. Prospects of solar cooling systems for buildings based on absorption refrigeration machines. *Al'ternativnaya jenergetika* [Alternative Power Engineering], 2022, vol. 5, no. 2, pp. 7–10. (in Russian)
2. Chirkova E.V. Use of Solar Energy Heat in Animal Breeding Buildings. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban construction and Architecture], 2019, vol. 9, no. 3, pp. 56–62. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2019.03.8
3. Edukov D.A., Saymanova O.G., Edukov V.A. Energy Efficiency Study of Air Conditioning System with Secondary Cooling Circuit. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban construction and Architecture], 2023, vol. 13, no. 1 (50), pp. 67–73. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2023.01.9
4. Mereutsa E.V., Sukhikh A.A. Analysis of energy efficiency of the air conditioning system based on an absorption refrigeration machine with connection of a heat pump plant and solar collectors. *Problemy*

regional'noj jenergetiki [Regional Energy Challenges], 2023, no. 1 (57), pp. 99–110. (in Russian)

5. Suhail Ahmad Khan. "Comparative analysis of single and double effect LiBr-water absorption system". 4th International Conference on Recent Innovations in Sciences Engineering and Management. March 2016.

6. Mohammad Seraj, M.Altamush Siddiqui. "Performance Analysis of Parallel flow single and double effect absorption cycles". International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology. V. 2. I. 5. May 2013.

7. Khagendra Kumar Upman., B.L. Gupta., Dhananjay Kumar., Prashant Kumar Baheti. "Design and Performance Analysis of Solar Powered Absorption Cooling System for Computer Laboratory". International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET). V.04. I. 06. June 2017.

8. Rabi Karaali. "Exergy Analysis of double – effect absorption cycles". International journal of engineering sciences & research technology. December. 2016.

9. Farid Nasir Ani. "Double Effect Solar Absorption thermal energy storage". Journal Mekanikal. N. 35. P. 38–53. December 2012.

10. H. Al-Tahaine, M. Frihat, M. Frihat, M. Al-Rashdan. "Exergy Analysis of a Single-Effect Water-Lithium Bromide Absorption Chiller Powered by Waste Energy Source for Different Cooling Capacities". Energy and Power 2013.

Об авторах:

Ал ДЖОЖО Ферас

аспирант кафедры теплогазоснабжения и вентиляции Самарский государственный технический университет 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: feras.algogo@mail.ru

Al GOGO Feras

Postgraduate student of the Heat and Gas Supply and Ventilation Chair Samara State Technical University 443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194 E-mail: feras.algogo@mail.ru

ЗЕЛЕНЦОВ Данила Владимирович

кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой теплогазоснабжения и вентиляции Самарский государственный технический университет 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: tgv@samgtu.ru

ZELENTSOV Danila V.

PhD in Engineering Sciences, Associate Professor, Head of the Heat and Gas Supply and Ventilation Chair Samara State Technical University 443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194 E-mail: tgv@samgtu.ru

Для цитирования: Ал Джожо Ф., Зеленцов Д.В. Определение рабочей температуры в основном генераторе двухступенчатой абсорбционной холодильной машины, работающей на водном растворе бромида лития // Градостроительство и архитектура. 2024. Т. 14, № 1. С. 55–61. DOI: 10.17673/Vestnik.2024.01.07.

For citation: Al Gogo F., Zelentsov D.V. Determination of Operating Temperature in Main Generator of a Two-stage Absorption Refrigeration Machine Working on an Aqueous Solution of Lithium Bromide. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2024, vol. 14, no. 1, pp. 55–61. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2024.01.07.

Д. А. ЕДУКОВ
В. А. ЕДУКОВ

ПОРЯДОК ЦИФРОВИЗАЦИИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО СОЗДАНИЮ СЕТИ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ

PROCEDURE FOR DIGITALIZATION OF MEASURES TO CREATE A GAS DISTRIBUTION NETWORK

Описывается возможность цифровизации мероприятий по созданию сети газораспределения. Приводится описание процессов при определении категории договора на подключение, при выполнении и утверждении проектной документации. Выполняется анализ возможного сокращения сроков мероприятий за счет использования электронной геодезической базы данных, единой площадки по согласованию проектов сетей газораспределения. Результатом внедрения цифровизации мероприятий по созданию сети газораспределения будет сокращение до трех календарных месяцев срока выполнения договорных обязательств со стороны газораспределительной организации.

Ключевые слова: мероприятия, создание сети газораспределения, цифровизация, проектно-изыскательские работы, строительно-монтажные работы, заявитель, газораспределительная организация, газотранспортная организация

Введение

В настоящее время в разработке Правительства РФ находится перечень поручений по результатам проверки исполнения законодательства, направленного на развитие газификации регионов [1]. Данное поручение было получено от Президента РФ в результате неудовлетворительной проверки Советом Федерации темпов газификации страны, которые в настоящее время не превышают 1 % в год [2]. Также были получены указания по необходимости обеспечения цифровизации мероприятий по газификации на всех уровнях исполнительной власти и другим мерам, которые должны будут поэтапно к 2024 и к 2030 гг. завершить газификацию страны [3–5].

Следует отметить, что новые правила подключения к сетям газораспределения постоянно подвергаются критике [3, 6] и корректировкам со стороны Правительства, число которых достигло 15 за 8 лет.

Согласно действующим нормативным актам субъектов РФ и требованиям по проведению строительно-монтажных работ на территории

It describes the possibility of digitalization of measures to create a gas distribution network. Describes the processes involved in defining the connection contract category, executing and approving project documentation. Analysis of possible reduction of measures due to use of electronic geodetic database, single site for coordination of gas distribution network projects is performed. The result of the introduction of digitalization of measures to create a gas distribution network will be a reduction of up to three calendar months of the term for fulfilling contractual obligations by the gas distribution organization.

Keywords: measures, creation of gas distribution network, digitalization, design and survey works, construction and installation works, applicant, gas distribution organization, gas transportation organization

общего пользования, срок выполнения работ по строительству сети газораспределения до границы земельного участка заявителя может достигать до 8 месяцев [7]. В течение этого периода требуется провести многочисленные согласования топогеодезического материала и проектной документации с эксплуатирующими организациями и местными органами власти. Также необходимо получить многочисленные разрешения на проведение строительно-монтажных работ для законного соблюдения возможности строительства сети газораспределения в стесненных условиях при расположении рядом с существующими инженерными сетями. По завершении строительства сети газораспределения необходимо получить разрешение на ввод в эксплуатацию объекта капитального строительства и произвести технологическое присоединение с пуском газа.

Материалы и методы

Рассмотрим этапы газификации от подачи заявления до момента утверждения проектной

документации, для того чтобы выявить, каким образом можно сократить время на взаимодействие, принятие ответственных решений и провести цифровизацию мероприятий.

На первом этапе заявитель подает заявку на подключение к сети газораспределения (рис. 1). В настоящий момент этот процесс обеспечивается сотрудниками газораспределительной организации (ГРО), которые после рассмотрения пакета документов, прилагаемых к заявке, обеспечивают дальнейшее рассмотрение и заключение договорных обязательств.

Далее силами ГРО производится анализ возможности подключения объекта капитального строительства заявителя в соответствии

с запрашиваемым расходом газа к сети газораспределения и определяется точка подключения. Эти данные являются определяющими показателями при составлении договора на технологическое подключение и дальнейшее его заключение между ГРО и заявителем. После заключения договорных обязательств по подключению объекта капитального строительства к сети газораспределения силами ГРО проводятся изыскательские и проектные работы. В этом процессе задействованы Департамент градостроительства, эксплуатирующие организации и третьи лица, чьи интересы затрагиваются в процессе строительства сети газораспределения.

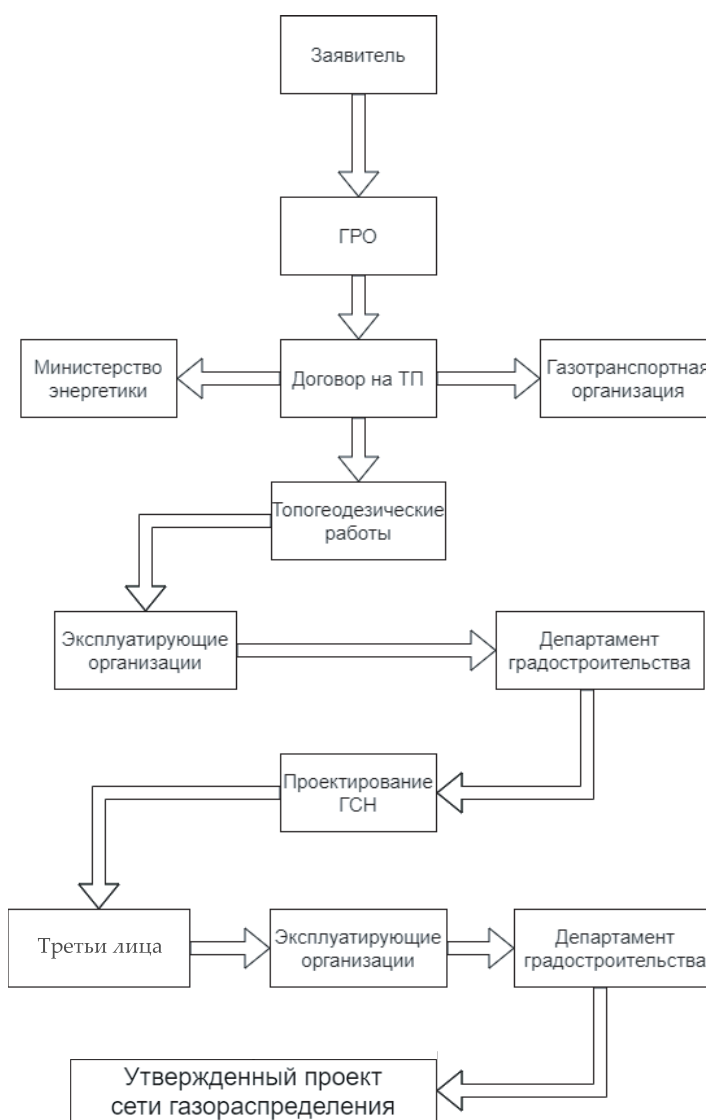


Рис. 1. Существующая схема взаимодействия на этапе заключения договора и проектирования сети газораспределения

Fig. 1. Existing Interface Scheme at Contract Conclusion Stage and gas distribution network design

Следует отметить, что если в существующей схеме (см. рис. 1) заявленный объем потребления не превышает 500 м³/ч, то такие мероприятия, как определение точки подключения и объем потребления при подключении будущего потребителя до момента заключения договора на технологическое присоединение не согласовываются с Министерством энергетики и газотранспортной организацией (ГТС). Эти данные передаются в указанные ведомства общим реестром в виде ежеквартальной отчетности.

Исходя из существующей модели взаимодействия ГРО с главным регулятором взаимоотношений в сфере энергоресурсов (Министерство энергетики) и поставщиком природного газа (ГТС) видно, что последние два ведомства получают информацию после заключения договорных обязательств. Данное обстоятельство уменьшает степень взаимодействия на этапе определения точки подключения в существующую сеть газораспределения.

Результаты

Для решения вышеперечисленных недостатков при взаимодействии заинтересованных организаций и ведомств необходимо усилить взаимосвязь и создать единое цифровое пространство, в котором необходимо будет работать всем участникам процесса: начиная от определения места подключения в существующий/реконструируемый газопровод до выполнения строительно-монтажных работ на территории города.

Предлагается рассмотреть один из возможных вариантов порядка цифровизации мероприятий по созданию сети газораспределения в части предварительного определения категории договора (определения точки подключения в газопровод) и выполнения проектных работ по строительству сети газораспределения (рис. 2).

По поручению Президента РФ от 31 мая 2020 года необходимо обеспечить возможность подачи заявки на подключение не только в ГРО, но и в многочисленных многофункциональных центрах страны [1]. Выполнение данного указания позволит увеличить количество центров по приему заявок на газификацию, а также позволит централизованно направлять данные об общем количестве заявлений и соответствующей нагрузке на сеть газораспределения в конкретном районе в Министерство энергетики и газотранспортную организацию (ГТС). Данное условие позволит в режиме реального времени отслеживать динамику возможных подключений в существующую сеть газораспределения для дальнейшего прогнозирования проведения мероприятий по увеличению пропускной спо-

собности действующих газораспределительных станций.

Далее на первом этапе производится анализ возможных вариантов подключения в существующие сети газораспределения. Здесь необходимо создать единое цифровое пространство, в котором возможно будет взаимодействие заявитель – ГРО – ГТС – муниципальные органы власти – Департамент градостроительства – эксплуатирующие организации.

Следует отметить, что в настоящее время недостаточно налажен процесс взаимодействия между вышеперечисленными организациями и органами исполнительной власти. Отсутствие сжатого нормативного срока по рассмотрению возможности прокладки по территории общего пользования и согласованию проектной документации приводит к увеличению срока утверждения проектных решений по строительству сетей газораспределения. А в случае строительства в стесненных условиях многие проектные решения не согласовываются из-за сближения к существующим инженерным сетям и возможных последующих сложностях в процессе эксплуатации, технического обслуживания и ремонта.

Для выполнения данного условия требуется создать единую площадку по согласованию проектной документации на строительство инженерных сетей, в том числе и сетей газораспределения. Для каждого ответственного лица каждой из задействованных организаций будет отведен определенный срок для согласования или мотивированного отказа с рекомендациями по корректировке проектного решения. Для увеличения степени ответственности и точности при принятии решений по согласованию прохождения трассы газопровода необходимо создать основу площадки по согласованию проектной документации – актуальные цифровые планшеты Департамента градостроительства. На данных планшетах должны быть отображены на местности объекты капитального строительства и существующие инженерные коммуникации. Предоставление информации участникам площадки в электронном виде позволит использовать возможность своевременного внесения изменений в существующее расположение инженерных коммуникаций и усилить степень организации при рассмотрении проектных решений.

Таким образом, для реализации цифровизации первого этапа, на котором происходит заключение договора на подключение и выполнение проектных работ по созданию новой сети газораспределения, требуется создание электронной геодезической базы данных, содер-

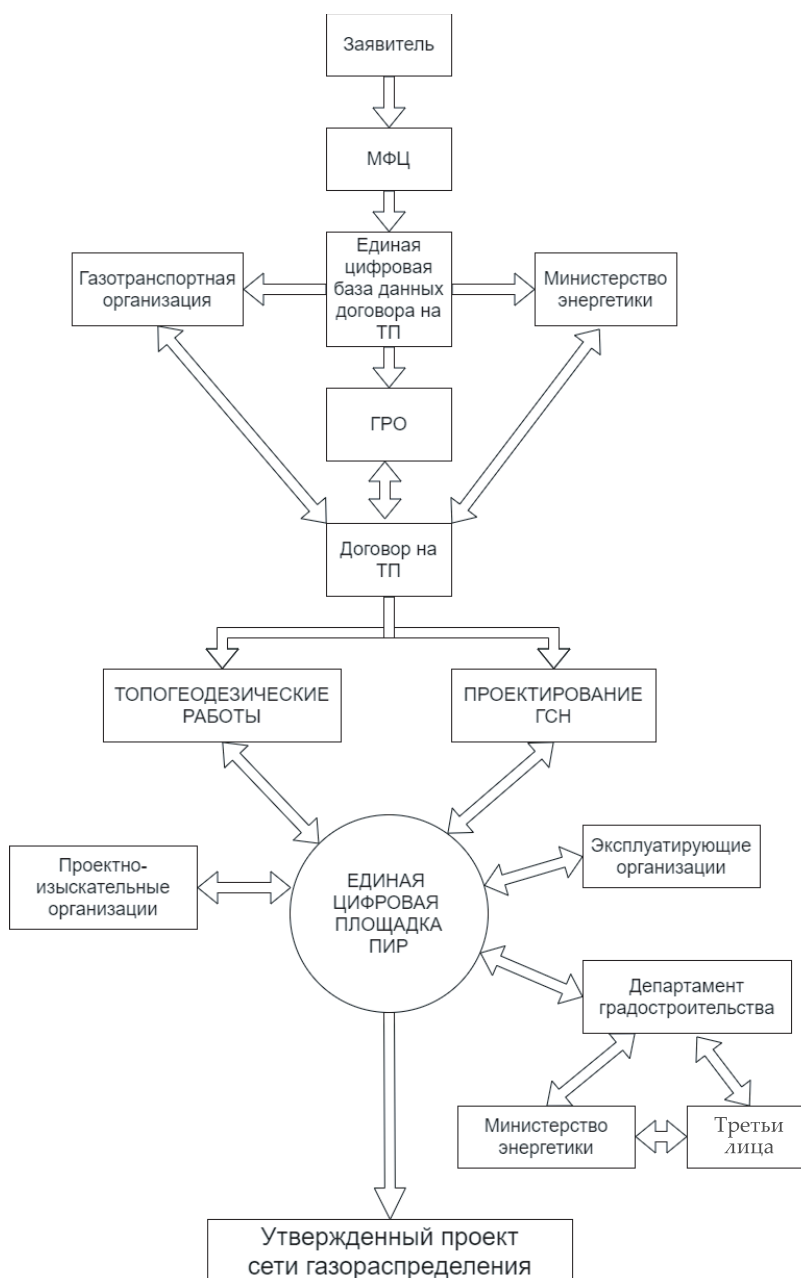


Рис. 2. Предлагаемая схема взаимодействия при цифровизации мероприятий по заключению договора и проектированию сети газораспределения
 Fig. 2. Proposed interaction scheme for digitalization of activities on the conclusion of the contract and the design of the gas distribution network

жащей актуальные данные по расположению всех существующих сооружений, объектов капитального строительства и инженерных коммуникаций. В электронную топогеодезическую базу данных необходимо подключить всех заинтересованных участников процесса проектирования и строительства сети газораспределения и производить своевременное обновление базы данных.

Помимо согласования и утверждения проектной документации на строительство сети газораспределения, наличие единого цифрового пространства позволит вынести на обсуждение следующие вопросы, требующие решения совместно с Министерством энергетики и органами исполнительной власти:

- строительство новой сети газораспределения низкого или среднего давления для под-

ключения новых заявителей рассматриваемого района;

- необходимость и варианты реконструкции существующей сети газораспределения или параллельной прокладки новой сети;
- необходимость выполнения мероприятий по увеличению давления в концевых точках (закольцовка, установка дополнительных пунктов редуцирования газа (ПРГ) на сети среднего и высокого давления и т. д.);
- возможность альтернативных вариантов прокладки трассы газопровода при наличии земель лесного фонда, стесненных условий, территории третьих лиц.

Принятие вышеперечисленных решений при создании новых или реконструкции существующих участков сети газораспределения непосредственным образом будет сказываться на динамике газификации региона в целом [8–13].

Не лучшим образом сказывается на динамике развития газификации необходимость выполнения Постановления Правительства об установлении охранных зон вдоль трассы сети газораспределения. Очень часто на практике получается ситуация, когда собственник земельного участка, чьи интересы будут затронуты при проектировании газопровода или ПРГ рядом с его земельным участком, отказывает в согласовании проектной документации. По этой причине проектной организацией приходится неоднократно менять трассировку сети газораспределения или вынуждать устанавли-

вать ПРГ на территории заявителя из-за наличия 10-метровой охранной зоны. В большинстве случаев Департамент градостроительства и органы исполнительной власти не участвуют в решении спорных моментов, а создание общей электронной площадки для согласования трасс газопроводов позволит отслеживать и своевременно решать такие сбойные ситуации и оптимизировать затраты на строительно-монтажные работы.

По завершению этапа мероприятий по разработке проектной документации для подключения к сети газораспределения необходимо получить в электронном виде согласованный проект со всеми заинтересованными организациями. Затем план трассы сети газораспределения необходимо направить заявителю для возможности увязки точки подключения на границе земельного участка с проектируемой сетью газопотребления.

Дискуссия

Результатом внедрения цифровизации этапа заключения договора на подключение и проектирование сети газораспределения (см. таблицу) будет сокращение на 53 % времени на выполнение мероприятий, позволяющих более эффективно принимать решения о перспективном развитии сети газораспределения и увеличить степень согласованности между разрозненными эксплуатирующими организациями.

Перечень и сроки выполнения мероприятий с момента подачи заявления на газификацию до утверждения проектной документации на строительство сети газораспределения
List and timeframe of measures from the moment of application submission for gasification before approval of the design documentation for the construction of a gas distribution network

Мероприятие	Длительность до цифровизации, дн.	Длительность после цифровизации, дн.
Определение возможности подключения (подготовка технических условий) к существующим сетям с учетом перспективы развития	5	-
Определение вариантов точки подключения совместно с Департаментом градостроительства и органами исполнительной власти для возможной перспективы развития района	-	5
Согласование увеличения объема поставки с ГТС	-	1
Предварительное согласование прохождения трассы газопровода с эксплуатирующими организациями	14	7
Согласование прохождения трассы газопровода с третьими лицами	14	-

Окончание таблицы

Мероприятие	Длительность до цифровизации, дн.	Длительность после цифровизации, дн.
Согласование прохождения трассы газопровода с третьими лицами с привлечением Департамента градостроительства и органов исполнительной власти	-	7
Выполнение изысканий	14	14
Согласование результатов изысканий с заинтересованными организациями и Департаментом градостроительства	44	14
Проектирование сети газораспределения	14	14
Согласование трассы газопровода с заинтересованными организациями и Департаментом градостроительства	44	14
Экспертиза промышленной безопасности	14	7
Передача результатов проектных работ заявителю	7	1
Согласование проектной документации на сеть газопотребления	14	1
Итого	184	85

Для обеспечения своевременного принятия решений по согласованию проектной документации на строительство сети газораспределения необходимо обеспечить сжатые сроки согласования на единой электронной площадке. В таком случае проектная группа газораспределительной организации сможет выполнить свои обязательства в сжатые сроки, так как количество согласований с заинтересованными организациями, эксплуатирующими наружные инженерные сети, может достигать в городской черте до 12. Кроме того, в случае одновременного вовлечения в этот трудоёмкий процесс органов исполнительной власти, можно будет решать проблемы по согласованию с третьими лицами, от которых значительным образом зависит стоимость и сроки проведения мероприятий по строительству сети газораспределения.

Вывод. Динамика строительства сети газораспределения главным образом зависит от степени согласованности заинтересованных организаций, задействованных при принятии решений по месторасположению точки подключения и согласованию проектных решений. Создание единого цифрового пространства и изменение существующего подхода к проведению мероприятий по утверждению проектных решений позволит уменьшить сроки выполнения работ по подключению объектов капитального строительства к сетям газораспределения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Перечень поручений по результатам проверки исполнения законодательства, направленного на раз-

витие газоснабжения и газификации регионов [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/assignments/orders/63454> (дата обращения: 15.02.2023).

2. Темпы газификации в России [Электронный ресурс]. URL: <https://iz.ru/982258/2020-03-02/matvienko-raskritikovala-tempy-gazifikacii-v-rossii> (дата обращения: 15.02.2023).

3. Формализм при газификации [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rbc.ru/economics/02/03/2020/5e5d036f9a794719b25b8e47> (дата обращения: 15.02.2023).

4. Завершение газификации России за 10 лет [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rbc.ru/society/12/03/2019/5c87981c9a79472d96955924> (дата обращения: 15.02.2023).

5. Встреча с главой компании «Газпром» Алексеем Миллером [Электронный ресурс]. URL: <http://kremlin.ru/events/president/news/60052> (дата обращения: 15.02.2023).

6. Нежизнеспособный механизм «Газпрома» и властей регионов по газификации [Электронный ресурс]. URL: <https://tass.ru/ekonomika/7880275> (дата обращения: 15.02.2023).

7. Парламентские слушания, посвященные перспективам, темпам и проблемам газификации в субъектах Федерации [Электронный ресурс]. URL: <http://council.gov.ru/events/news/114180/> (дата обращения: 15.02.2023).

8. Проектирование городских и поселковых распределительных систем газоснабжения [Электронный ресурс] / сост. В. Н. Мелькумов [и др.]. Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2015. 49 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55056.html>

9. Urabe Ya., Kawamura T., Sakanoue T., Uno Os., Matsuzaki Yo. Gas Supply Infrastructure. 2016. DOI: 10.1007/978-4-431-55951-1_12.

10. Perrow M. Securing competitive gas supply – a manufacturing perspective // The APPEA Journal. 2019. P. 59. DOI: 10.1071/AJ18317.

11. Новопашина Н.А., Едуков В.А., Едуков Д.А. Перспективы развития сетей газораспределения после принятия Постановления Правительства РФ № 1314 от 30.12.2013 г. // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительные технологии: сб. статей / СГАСУ. Самара, 2016. С. 364–369.

12. Brünje H, Corsten H.-D., Weßing W. Natural gas radiant heaters in practical use. 2003. I. 144. P. 674–678.

13. Предложение прописать в законе условия подключения газа [Электронный ресурс]. URL: <https://rg.ru/2020/03/02/matvienko-predlozhila-propisat-v-zakone-usloviia-podkliucheniia-gaza.html> (дата обращения: 15.02.2023).

REFERENCES

1. List of instructions based on the results of verification of the implementation of legislation aimed at the development of gas supply and gasification of regions. Available at: <http://www.kremlin.ru/acts/assignments/orders/63454> (accessed 15 February 2023).

2. Gasification rates in Russia. Available at: <https://iz.ru/982258/2020-03-02/matvienko-raskritikovalatempy-gazifikatsii-v-rossii> (accessed 15 February 2023).

3. Formalism in gasification. Available at: <https://www.rbc.ru/economics/02/03/2020/5e5d036f9a794719b25b8e47> (accessed 15 February 2023).

4. Completion of gasification of Russia in 10 years. Available at: <https://www.rbc.ru/society/12/03/2019/5c87981c9a79472d96955924> (accessed 15 February 2023).

5. Meeting with the head of Gazprom Alexei Miller. Available at: <http://kremlin.ru/events/president/news/60052> (accessed 15 February 2023).

6. Non-viable mechanism of Gazprom and regional authorities for gasification. Available at: <https://tass.ru/ekonomika/7880275> (accessed 15 February 2023).

7. Parliamentary hearings on the prospects, pace and problems of gasification in the constituent entities of the Federation. Available at: <http://council.gov.ru/events/news/114180/> (accessed 15 February 2023).

8. Melkumov V.N. *Proektirovanie gorodskih i poselkovykh raspredelitel'nykh sistem gazosnabzheniya* [Design of urban and village gas distribution systems]. Voronezh, Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering, EBS ASV, 2015. 49 p. Available at: <http://www.iprbookshop.ru/55056.html>

9. Urabe Ya., Kawamura T., Sakanoue T., Uno Os., Matsuzaki Yo. Gas Supply Infrastructure. 2016. DOI: 10.1007/978-4-431-55951-1_12.

10. Perrow M. Securing competitive gas supply – a manufacturing perspective. The APPEA Journal. 2019. P. 59. DOI: 10.1071/AJ18317

11. Novopashina N.A., Edukov V.A., Edukov D.A. Prospects for the development of gas distribution networks after the adoption of Decree of the Government of the Russian Federation N. 1314 of 30.12.2013. *Tradicii i innovatsii v stroitel'stve i arhitekture. Stroitel'nye tehnologii: sb. Statej* [Traditions and innovations in construction and architecture. Construction technologies: Sat. articles]. Samara, SGASU, 2016, pp. 364–369. (In Russian).

12. Brünje H, Corsten H.-D., Weßing W. Natural gas radiant heaters in practical use. 2003. I. 144. P. 674–678.

13. The proposal to prescribe in the law the conditions for connecting gas. Available at: <https://rg.ru/2020/03/02/matvienko-predlozhila-propisat-v-zakone-usloviia-podkliucheniia-gaza.html> (accessed 15 February 2023).

Об авторах:

ЕДУКОВ Дмитрий Алексеевич

кандидат технических наук, доцент
кафедры теплогазоснабжения и вентиляции
Самарский государственный технический университет
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

ЕДУКОВ Василий Алексеевич

кандидат технических наук, доцент
кафедры теплогазоснабжения и вентиляции
Самарский государственный технический университет
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

EDUKOV Dmitry Al.

PhD in of Engineering Sciences, Associate Professor
of the Heat and Gas Supply and Ventilation Chair
Samara State Technical University
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244

EDUKOV Vasily Al.

PhD in of Engineering Sciences, Associate Professor
of the Heat and Gas Supply and Ventilation Chair
Samara State Technical University
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244
E-mail: edukov-v@yandex.ru

Для цитирования: Едуков Д.А., Едуков В.А. Порядок цифровизации мероприятий по созданию сети газораспределения // Градостроительство и архитектура. 2024. Т. 14, № 1. С. 62–68. DOI: 10.17673/Vestnik.2024.01.08. For citation: Edukov D.A., Edukov V.A. Procedure for digitalization of measures to create a gas distribution network. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2024, vol. 14, no. 1, pp. 62–68. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2024.01.08.



П. А. ФЕДОРОВ
Д. А. СИНИЦИН
Г. Ю. ШАГИГАЛИН

ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ РАСТВОРА ЕДКОГО НАТРА НА СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ ЦЕМЕНТНОЙ МАТРИЦЫ ИЗ ПЫЛЕУНОСА МИНЕРАЛОВАТНОГО ПРОИЗВОДСТВА

INFLUENCE OF CONCENTRATION OF CAUSTIC SODIUM SOLUTION
ON THE STRUCTURE FORMATION OF CEMENT MATRIX
FROM FLOW DUST FROM MINERAL WOOL PRODUCTION

Одним из способов утилизации отходов минераловатного производства является использование их в щелочном гидравлическом вяжущем. Однако это требует оценки структуры сырья и влияния щелочного активатора на него. В статье приведены результаты исследования влияния концентраций раствора едкого натра 5,6,7,8,9,10 моль/л на свойства цементно-песчаного раствора из пылеуноса системы газоочистки вагранки минераловатного производства. Изучены особенности формирования цементной матрицы при изменении концентрации. Максимальная прочность на сжатие 28 МПа и на изгиб 7,1 МПа получена при концентрации 6 моль/л. Установлено, что при затворении водой пылеуноса образуется минерал гидроалюмосиликат кальция – жисмондин. При реакции геополимеризации жисмондин значительно снижается за счет образования N-A-S-H геля и цеолитов.

Ключевые слова: пылеунос, прочность на сжатие, прочность на изгиб, пористость, щелочной активатор, концентрация щелочи, едкий натр, структурообразование цементной матрицы

One of the ways to utilize mineral wool production waste is to use it in an alkaline hydraulic binder. However, this requires an assessment of the structure of the raw material and the effect of the alkaline activator on it. The article presents the results of a study of the influence of caustic soda solution concentrations of 5,6,7,8,9,10 mol/l on the properties of a cement-sand solution from dust-flying gas purification system of a cupola furnace of mineral wool production. The features of the formation of a cement matrix with changes in concentration have been studied. The maximum compressive strength of 28 MPa and flexural strength of 7.1 MPa were obtained at a concentration of 6 mol/l. It has been established that when dust is mixed with water, the mineral calcium silicate hydrate – gismondine – is formed. During the geopolymerization reaction, gismondin is significantly reduced due to the formation of N-A-S-H gel and zeolites.

Keywords: dust entrainment, compressive strength, bending strength, porosity, alkaline activator, alkali concentration, sodium hydroxide, structuring of the cement matrix

Введение

Известно, что цементная промышленность является одной из углеродоёмких отраслей народного хозяйства [1]. В долгосрочной перспективе объёмы применения сборного и монолитного бетона в мире останутся на вы-

соких показателях. Очевидно, именно в производстве цемента должна происходить активная инновационная деятельность по достижению углеродной нейтральности. Это возможно, во-первых, за счет модернизации технологии производства цемента, включающей применение глубокой переработки сырья, использо-

вание альтернативных сырьевых материалов, возобновляемых источников энергии, освоение инновационных технологий улавливания парниковых газов и пр. Во-вторых, внедрением в строительство вяжущих с частичной или полной заменой клинкерного цемента альтернативными бесклинкерными вяжущими, такими как щелоче-щелочноземельными гидравлическими вяжущими или геополимерами [2–4].

Щелоче-щелочноземельные гидравлические вяжущие обладают более плотной структурой цементной матрицы по сравнению с портландцементом. Однако для достижения высоких физико-механических показателей необходимо осуществлять подбор сырьевых материалов, выбор и концентрацию водного раствора щелочи, режима твердения и пр.

Одним из перспективных сырьевых материалов для вяжущих являются отходы минераловатного производства [5, 6], в том числе пылеунос системы газоочистки ваграночных газов. Пылеунос является низкоосновным и содержит кремнеземистые и алюмосиликатные элементы, способствующие гидратации при щелочной активации раствором NaOH [5].

По данным В.Д. Глуховского и др. [7] при твердении шлакощелочных бетонов процессы твердения можно ускорить за счёт повышения щелочной среды. Так, повышение концентрации гидроксида натрия и метасиликата натрия до 30 % (9,96 М для NaOH) при твердении в нормальных условиях через 3-4 месяца приводит к кристаллизации щелочных алюмосиликатов. В работе [8] установлено, что минимальная концентрация NaOH, необходимая для структурообразования геополимера, составляет 8 М. В работе [9] установлено, что оптимальная концентрация NaOH для геополимера на основе золы уноса составляет 6 М.

Влияние концентрации раствора NaOH зависит от химического состава вяжущего. Однако большинство рассмотренных результатов исследований в этом направлении были получены на золе уноса угольных станций и гранулированном доменном шлаке с повышенным содержанием СаО. С появлением новых составов щелочного и щелочноземельного вяжущего на основе техногенных отходов и разных типов щелочных компонентов подобные результаты практически отсутствуют.

Таким образом, цель настоящего исследования состояла в том, чтобы оценить степень влияния разной концентрации щелочного активатора на структурообразование цементной матрицы и физические свойства цементно-песчаного раствора на основе вяжущего из пылеуноса системы газоочистки вагранки минераловатного производства.

Материалы и методики

Для исследования были приняты составы цементно-песчаного раствора с разной молярной концентрацией раствора едкого натра 5, 6, 7, 8, 9, 10 моль/л. Расход сырьевых компонентов приведён в таблице.

Подвижность растворной смеси всех составов принималась на уровне распыла конуса 106–107 мм, поэтому водовязующее отношение корректировалось в зависимости от плотности щелочного активатора.

Твердение образцов осуществлялось по рекомендациям [7]. Режим тепловлажностной обработки принят одноступенчатый 3+6+3 ч, максимальная температура выдержки составляла 90 °С.

В качестве вяжущего применялся пылеунос из системы очистки газов вагранки минераловатного производства (ООО «Агидель», Респу-

Количественное содержание компонентов принятых составов для исследования
Quantitative content of components of accepted compositions for research

Тип состава	Щелочной активатор				Вязущее	В/Вж (Ща/Вж)	Песок, кг/м³
	Молярная концентрация c_{e} , моль/л	Едкий натр (сух.), кг/м³	Вода (В), кг/м³	Щелочной активатор (Ща), кг/м³			
Иэт	0	–	225	225	450	0.50 (0.50)	1350
Иа	5	52.15	256.85	309	450	0.51 (0.69)	1350
Иб	6	64.52	262.48	327	450	0.51 (0.73)	1350
Ив	7	75.94	262.06	338	450	0.50 (0.75)	1350
Иг	8	89.60	267.40	357	450	0.50 (0.79)	1350
Ид	9	105.02	274.98	380	450	0.50 (0,84)	1350
Ие	10	118.89	276.11	395	450	0.49 (0,87)	1350

блика Башкортостан). Он представляет собой смесь серого цвета, просеянную через сито 0.16 мм и подвергнутую механической активации в шаровой мельнице в течение 120 с. Средняя удельная поверхность составляет 730 м²/кг. Согласно результатам, приведенным в работе [5], вяжущее является низкоосновным, содержание СаО не превышает 14 % масс. Минералогический состав включает кремнеземистые и алюмосиликатные образования, такие как кварц, акерманит, геленит и др. Степень кристалличности пылеуноса составляет 37 %. Аморфная фаза представляет собой стекловидные образования из минералов габбро-базальтовой группы.

Для приготовления щелочного активатора применялся натр едкий технический чешуируванный (АО «БСК», Республика Башкортостан). Для растворения гранул NaOH и приготовления состава Iэт применялась питьевая вода по ГОСТ 23732-2011.

Мелкий заполнитель представлял собой полифракционный кварцевый песок, составленный из промытого карьерного песка (п. Кабаково, Республика Башкортостан) в соответствии с требованиями ГОСТ 30744-2001.

Прочностные свойства оценивались по прочности на сжатие и изгиб образцов призм размером 40х40х160 мм. Прочность на сжатие образцов после первых суток твердения при комнатной температуре определялась неразрушающим методом контроля с помощью прибора «ОНИКС». Разрушение образцов проводили на гидравлическом прессе «ПГМ-500МГ4» по ГОСТ 30744-2001.

Для оценки влияния концентрации щелочного компонента на структурообразование цементной матрицы применялись тонкие ме-

тоды анализа: рентгенофазовый качественный анализ, электронная микроскопия, дифференциально-термический анализ. Для исследования использовались пробы из образцов с наилучшими прочностными характеристиками, а именно – составы Ia, Ib, Iv. Рентгенофазовый качественный анализ проводился с помощью дифрактометра «D2 Phaser». Дифференциально-термический анализ проб проводился на приборе синхронного термического анализа «Netzsch STA 499 F3 Jupiter». Нагрев осуществлялся до 1000 °С. Для исследования морфологии поверхности цементной матрицы, а также элементного состава применялся растровый электронный микроскоп «JEOL JSM-6610lv» с энергодисперсионным анализатором частиц.

Результаты и дискуссия

Результаты испытаний исследуемых образцов с различной концентрацией щелочного активатора на определение прочности на сжатие и изгиб после тепловлажностной обработки приведены на рис. 1.

По сравнению с образцом Iэт образцы, активированные NaOH, имеют более высокие значения прочности на сжатие и изгиб. Динамика изменения прочности на сжатие показывает пикообразный характер распределения с максимальным для состава Ib (6 моль/л). Для этого состава значение прочности на сжатие составляет 28 МПа. Минимальные значения прочности на сжатие показал состав Iе с 8,5 МПа. Разница значений прочности на сжатие, определенная при механических испытаниях с помощью пресса, совпадает со значениями, полученными при неразрушающем методе испытания. Разница для состава Iэт составляет 28 %, для состава Ib – 33 %.

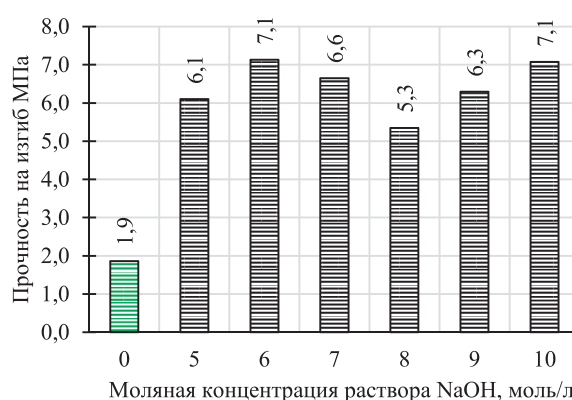
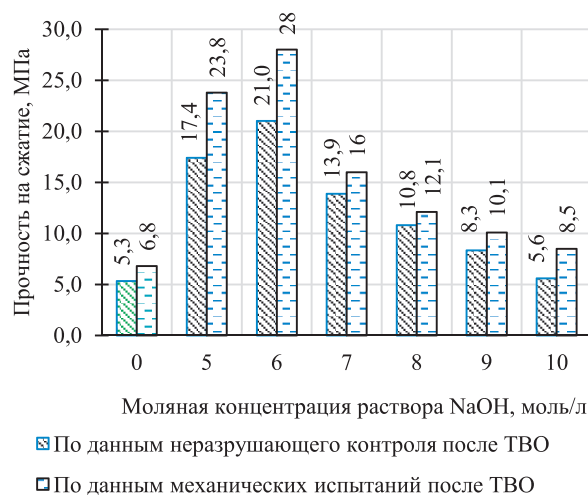


Рис.1. Результаты определения прочности на сжатие и изгиб
Fig.1. Results of determining compressive and bending strength

Распределение значений прочности на изгиб исследуемых образцов в целом показало разнонаправленный характер распределения. Так, максимальные значения имеют составы Ib и Ie – 7,1 МПа, минимальное значение получено для образцов состава Ig – 5,3 МПа.

Дериватограммы дифференциально-термического анализа исследуемых составов Iэт, Ia, Ib, Iv приведены на рис. 2. Для всех составов на кривой ДСК характерно два больших колебания. Первый участок с эндотермическим эффектом, вызванным процессом дегидратации составов, протекает в диапазоне от 50 до 375 °С. При этом наиболее раннее окончание этого процесса получено для состава Ia на уровне 348,5 °С. Площадь эндотермического эффекта для всех составов разная. Наибольшую пло-

щадь 627,3 Дж/г показал состав Iэт, наименьшее значение 375,5 Дж/г – состав Ia.

Экзотермический эффект, вызванный, очевидно, разложением карбонатных пород и высвобождением CO_2 , наблюдается в диапазоне: начало процесса от 356,7 до 505 °С; конец процесса – от 774 до 915,3 °С. Наибольшую площадь экзотермического эффекта имеет состав Iэт – 667, Дж/г, наименьшую 600,8 Дж/г – Ib. Для состава Iэт характерно более плавное протекание реакции. Для составов Ia, Ib и Iv характерен излом на начальном этапе реакции, последующий – более острый пик, площадка стабилизации реакции и последующее окончание реакции в виде кривой с изломами. Период стабилизации наибольший у состава Ib, у состава Ia – практически отсутствует.

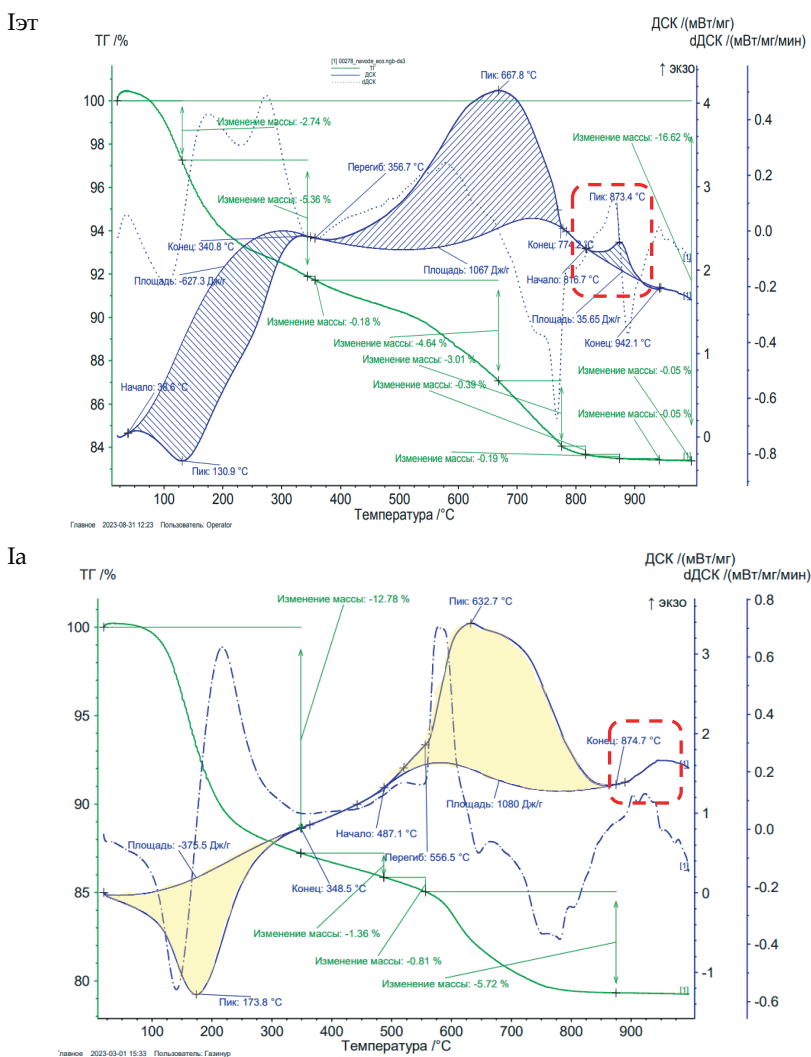
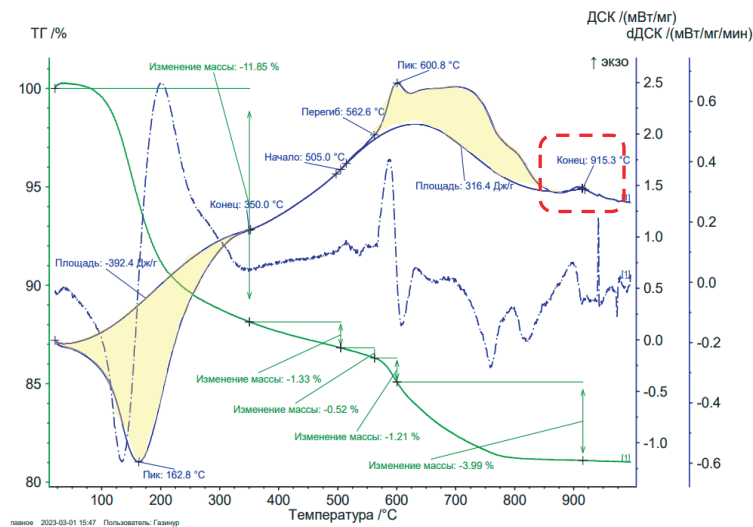


Рис. 2. Дериватограммы исследуемых составов Iэт, Ia
Fig. 2. Derivatograms of the studied compositions Iet, Ia

Iб



Iв

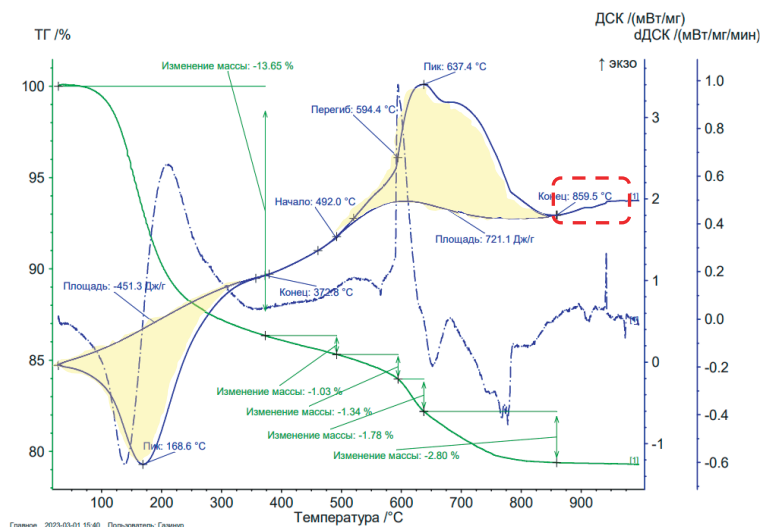


Рис. 2. Дериватограммы исследуемых составов Iб, Iв
Fig. 2. Derivatograms of the studied compositions Iб, Iв

Необходимо отметить, что для состава Iэт также присутствует третье колебание кривой ДСК – ярко выраженный экзотермический эффект в диапазоне 817-942 °C с пиком 873,4 °C. Возможно, он вызван продолжением разложения карбонатных соединений, таких как кальцит. Для составов Ia, Iб и Iв это колебание сглаживается. Динамика выравнивания кривой ДСК, как видно из рис. 4, зависит от концентрации щелочного активатора.

Термогравиметрический анализ показал, что потеря массы при протекании эндотермической реакции для состава Iэт составила 8,1 %, для состава Ia – 12,78 %, Iб – 11,85 %, Iв – 13,65 %. Низкие значения потери массы у эталонного состава объясняются тем, что перед испытанием образцы этого состава отдали часть влаги в атмосферу ввиду высокой

степени пористости. Состав Iб показал низкую степень потери массы, очевидно, из-за низкой степени пористой структуры по отношению к другим составам.

С целью изучения влияния концентрации щелочного активатора на морфологическую структуру сформированной цементной матрицы была получена серия изображений (рис. 3) трех типов образцов, полученных с помощью растрового электронного микроскопа.

Из рис. 3 видно, что образцы в целом имеют плотную структуру, однако существуют микротрещины с разной степенью раскрытия. Наиболее плотная структура характерна для состава с высокой прочностью Iб. Для состава Iв характерно увеличенное раскрытие трещин. Возможно, это связано с появлением щелочной коррозии заполнителя, вызванной реакцией

щелоче-кремниевой кислоты на его поверхность и последующим появлением значительного объема геля рыхлой структуры [10]. Так, из микроснимков видно, что на поверхности частиц пылеуноса и мелкого заполнителя образуются в виде паутины или наслоения из геля N-A-S-H и кристаллических структур новообразований. Степень этого наслоения ме-

няется в зависимости от концентрации щелочно-го активатора. Наибольшая степень образования геля соответствует составу Iв с концентрацией 7М. В целом анализ морфологии образцов свидетельствует о габитусе гидратных фаз, который схож с минералогической группой цеолитов листоватой или пластинчатой формы (особенно для состава Iв) или волокнистой формы.

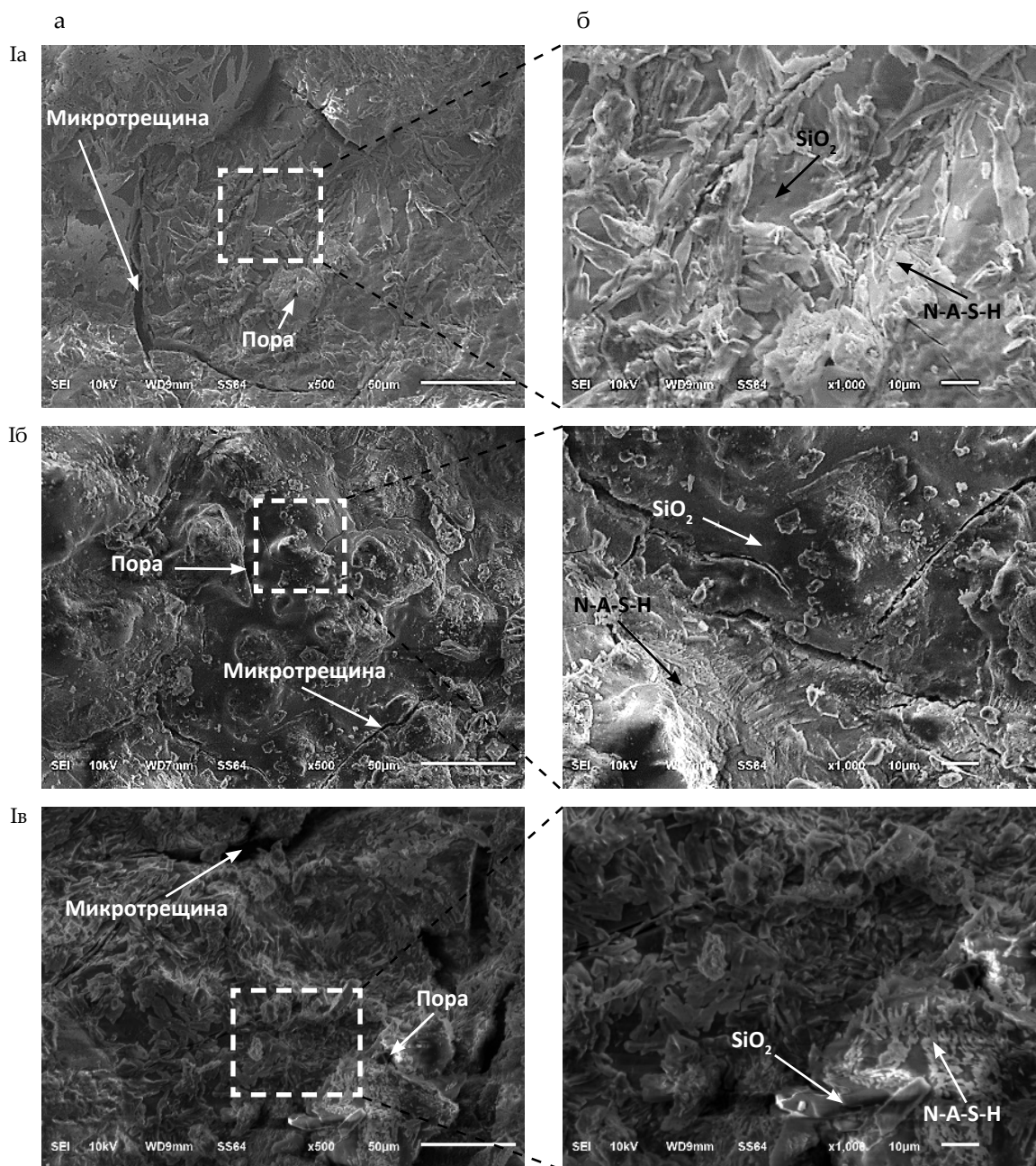


Рис. 3. Снимки морфологической структуры исследуемых составов Ia, Ib, Iv, выполненные при x500 (а) и x1000 (б) кратном увеличении
Fig. 3. Photographs of the morphological structure of the studied compositions Ia, Ib, Ic taken at x500 (a) and x1000 (b) multiple magnification

Энергодисперсионная рентгеновская спектроскопия (ЭРС) проводилась для новообразований образца Ib, так как он показал наибольшее скопление геля N-A-S-H. Для исследования было выбрано две характерные точки – спектры (рис. 4). Первый спектр показывает структуру нижнего слоя новообразований. Верхний спектр – содержание элементов в поверхностном слое.

Как видно из рис. 4, структура пластинчатых кристаллов для двух спектров преимущественно состоит из элементов Na, O, Mg, Si и Ca. Также отмечается присутствие элементов Al и Fe. Количественный анализ показал, что максимальные пропорции элементов характерны для O (спектр 1 – 53,59 %, спектр 2 – 56,63 %). Так как щелочной активатор на частицу пылеуноса влияет с внешней стороны, то содержание элемента Na ниже в спектре 1 (7,44 %) в отличие от поверхностных слоев спектра 2 (10,45 %). В свою очередь, количество элементов Si в спектре 1 составляет 24,55 %, в спектре 2 – 19,06 %. Содержание Al и Ca в двух спектрах – менее 2 %. Это означает, что для рассматриваемого образца формирование цементной матрицы, очевидно, связано с реакцией между щелочным активатором

и частицами пылеуноса, состоящими преимущественно из кремнеземистых структур. На основе анализа морфологии и спектроскопии можно предположить, что в образце из-за геля N-A-S-H фактически отсутствуют гидратные фазы взаимодействия активного CaO с водным раствором щелочи.

Результаты качественного анализа дифрактограмм исследуемых образцов, полученных из составов Iэт, Ia, Ib и Ib, приведены на рис. 5. На всех дифрактограммах отчетливо определяется кварц с пиками в двойных углах 20.92°, 26.69°, 50.20° и т. д. Это связано с тем, что он присутствует в сухом компоненте вяжущего и заполнителя.

Основными минералами, не вступившими в процесс гидратации пылеуноса в составе Iэт, являются минералы геленит (28.97°, 31.19°, 51.93° и т. д.), нефелин (20.82°, 23.03°, 27.15° и т. д.) и полевые шпаты. Присутствие нефелина и полевых шпатов связано с тем, что их добавляют при производстве минеральной ваты. Продуктами гидратации пылеуноса с водой для этого состава является кальциевый цеолит жисмондин (20.82°, 27.90°, 28.53° и т. д.) и муско-

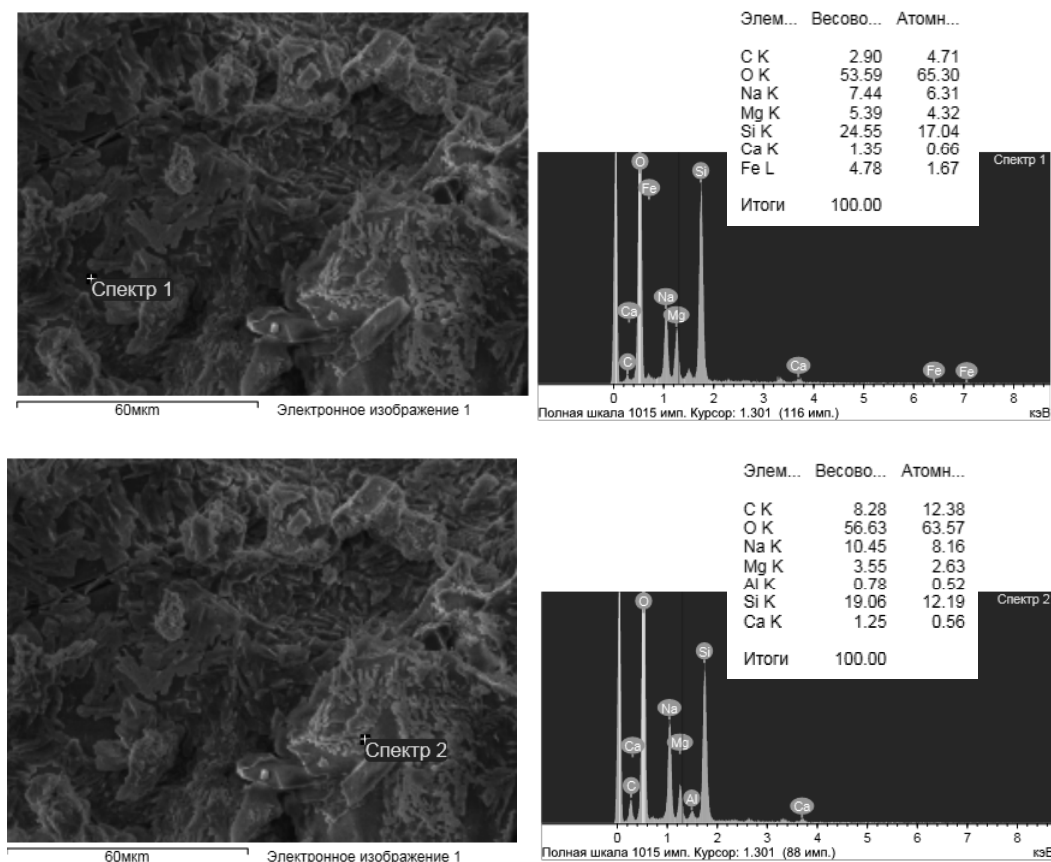


Рис. 4. Результаты ЭРС
Fig. 4. EDS results

вит (23.03° , 23.93° , 27.90° и т. д.). Ввиду низкой основности химического состава пылеуноса основным ресурсным минералом для гидратации является геленит.

Продуктами гидратации составов Ia, Ib, Iv являются N-A-S-H гель (22.05° , 27.95° , 29.05° и т. д.) и жисмондин. Кроме того, возможно, присутствуют в незначительных количествах минералы типа пиктолита (26.63° , 29.05° , 32.83° и т. д.) и гмелинита (20.86° , 22.05° , 31.22° и т. д.).

При сравнении дифрактограмм эталонного состава IэТ с составами на основе щелочной активации раствором NaOH Ia, Ib и Iv видно, что интенсивность пиков жисмондина уменьшается. Так, в двойном угле 20.82° интенсивность при вычете фона для IэТ составляет 537, а для Iv – 213. Кроме того, уменьшаются пики для геленита и нефелина. Это связано с более активным процессом геополимеризации и связыванием этих минералов в структуры N-A-S-H геля и минералов цеолитовой группы. Для образца Ib характерен большой пик в двойном угле 29.48° . Образование этого пика, возможно, связано с содержанием в пробе большого количества гидратных фаз цеолитовой группы.

Полученные результаты показывают, что концентрированные щелочные растворы едкого натра способствуют активации низкоосновной щелочной пылеуноса. Особенности начала реакции взаимодействия кремнеземистых и алюмосиликатных соединений и последующий переход в другие фазы определяются ха-

рактеристиками реакции геополимеризации пылеуноса и концентрацией NaOH. В работе [11] указывается, что в основе перехода от начала реакции геополимеризации до ее окончания лежит растворение сырья в условиях действия водных растворов щелочей металлов, приводящее к образованию реакционноспособных предшественников $\text{Si}(\text{OH})_4$ и $\text{Al}(\text{OH})_4$, а также полимеризация и осаждение системы, приводящие к конденсации молекул Si-O-Al в различные соединения.

При малых концентрациях (до 6М) прочность достигается при совместном образовании части гидратных фаз при воздействии воды на активный CaO в сырье (без образования гидрат силиката кальция «портландит») и воздействии на кремнеземистые и алюмосиликатные минералы NaOH. Однако при высоких концентрациях (более 7М) прочность понижается. Возможно, это связано с исчерпанием резерва из кремнеземистых соединений из-за образования геля N-A-S-H и минералов цеолитовой группы. Этот вывод согласуется с результатами Marvila и др. в работе [12]. Они установили, что при высоких концентрациях (более 7,5М) происходит насыщение цементной матрицы соединениями, содержащими элемент Na, вызывая формирование внутри образца хрупкой области черного цвета, а на поверхности появляются высолы белого цвета. Кроме того, может проходить процесс щелочной коррозии заполнителя, вызывающей также растрескивание структуры матрицы.

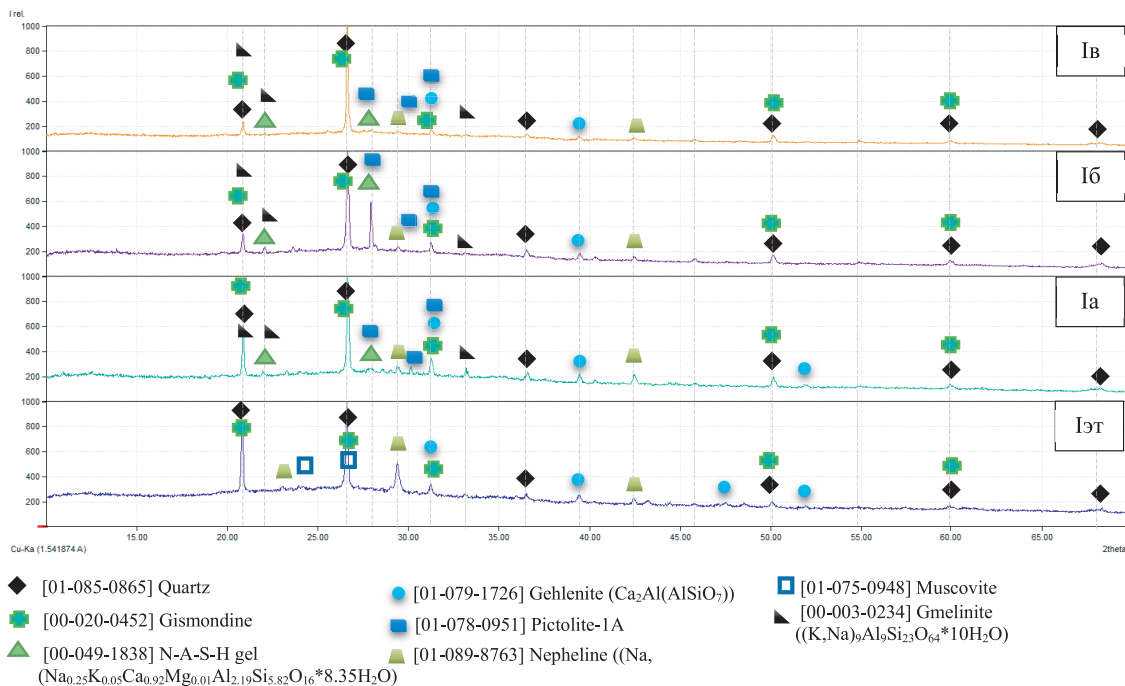


Рис. 5. Рентгенограммы исследуемых составов
Fig. 5. X-ray patterns of the studied compositions

Выводы. 1. При использовании пылеуноса из системы газоочистки вагранки минераловатного производства наибольшая прочность на сжатие составляет 28 МПа и прочность на изгиб 7,1 МПа после выдержки в камере тепловлажностной обработки достигается при концентрации щелочи едкого натра 6М. Наименьшую прочность на сжатие 6,8 МПа и прочность на изгиб 1,9МПа имеет состав на основе пылеуноса, затворенный водой.

2. Водопоглощение по массе повышается с увеличением концентрации, при этом наибольшая разница наблюдается для составов, активированных щелочью с концентрацией 7М и 9М. Изменение концентрации с 5М до 10М щелочного активатора существенно не влияет на среднюю плотность образцов.

3. Основным продуктом гидратации при затворении водой пылеуноса является минерал жисмондин. При щелочной активации количество этого минерала снижается с увеличением концентрации щелочного активатора. При малых концентрациях цементная матрица формируется двумя реакциями: первая – реакция взаимодействия активного СаО с водой, с образованием жисмондина; вторая – реакция геополимеризации с образованием геля N-A-S-H и минерала пиктолита.

4. При высоких концентрациях более 7М образуются микротрещины, вызванные либо истощением резервного фонда из активных кремнеземистых алюмосиликатных соединений и образованием геля N-A-S-H и минералов циапидовой группы, либо щелочной коррозией заполнителя.

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках программы «Приоритет 2030». Тема исследования СП4_ТД_Б6 «Разработка низкоуглеродистых цементных систем».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Хегде С.Б. Цементная промышленность стремится к углеродной нейтральности // Цемент и его применение. 2023. № 1. С. 66–69.
- Саламанова М.Ш., Муртазаев С.-А.Ю., Нахаев М.Р. Возможные пути альтернативного решения проблем в цементной индустрии // Строительные материалы. 2020. № 1–2. С.73–77. DOI: 10.31659/0585-430X-2020-778-1-2-73-77.
- Рахимова Н.Р., Рахимов Р.З. Композиционные шлакощелочные вяжущие с минеральными добавками различного типа активности // Вестник Волжского регионального отделения Российской академии архитектуры и строительных наук. 2013. № 16. С.204–216.
- Ерошкина Н.А., Коровкин М.О. Геополимерные строительные материалы на основе промышленных отходов. Пенза: ПГУАС, 2014. 128 с.
- Fedorov P., Sinitsin D. Alkali-Activated Binder Based on Cupola Dust of Mineral Wool Production with Mechanical Activation // Buildings. 2022. Vol. 12, No. 10. P. 1565. DOI: 0.3390/buildings12101565.
- Ерофеев В.Т., Родин А.И., Якунин В.В., Богатов А.Д., Бочкин В.С. Шлакощелочные вяжущие из отходов производства минеральной ваты // Инженерно-строительный журнал. 2018. № 6(82). С. 219–227. DOI: 10.18720/MCE.82.20.
- Глуховский В.Д., Пахомов В.А. Шлакощелочные цементы и бетоны. Киев: Будівельник, 1978. 184 с.
- Geetha S., Ramamurthy K. Properties of sintered low calcium bottom ash aggregate with clay binders // Construction and Building Materials. 2011. Vol. 25. № 4. P. 2002–2013. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2010.11.051
- Görhan G., Kürklü G. The influence of the NaOH solution on the properties of the fly ash-based geopolymer mortar cured at different temperatures // Composites Part B: Engineering. 2014. Vol. 58. P. 371–377. DOI: 10.1016/j.compositesb.2013.10.082
- Штарк И., Вухт Б. Долговечность бетона. Киев: Оранта, 2004. 295 с.
- Burduhos Nergis D.D., Abdullah M.M.A.B., Sandu A.V., Vizureanu P. XRD and TG-DTA Study of New Alkali Activated Materials Based on Fly Ash with Sand and Glass Powder // Materials. 2020. Vol. 13. № 2. P. 343. DOI:10.3390/ma13020343.
- Marvila M.T., Azevedo A.R.G., Zanelato E.B., Lima T.E.S., Delaqua G.C.G., Vieira C.M.F., Pedroti L.G., Monteiro S.N. Study of Pathologies in Alkali-Activated Materials Based on Slag // Characterization of Minerals, Metals, and Materials 2021 : The Minerals, Metals & Materials Series/ eds. J. Li et al. Cham: Springer International Publishing, 2021. P. 523–531. DOI: 10.1007/978-3-030-65493-1_53.

REFERENCES

- Herge S.B. Cement industry striving for carbon neutrality. *Cement i ego primenenie* [Cement and its use], 2023, no. 1, pp. 66–69. (in Russian)
- Salamanova M.Sh., Murtazaev S.-A.Yu., Nakhaev M.R. Possible alternative solutions to problems in the cement industry. *Stroitel'nye materialy* [Construction Materials], 2020, no. 1–2, pp.73–77. (in Russian) DOI: 10.31659/0585-430X-2020-778-1-2-73-77.
- Rakhimova N.R., Rakhimov R.Z. Composite slag-alkali binders with mineral additives of various types of activity. *Vestnik volzhskogo regional'nogo otdeleniya rossijskoj akademii arhitektury i stroitel'nyh nauk* [Bulletin of the Volga Regional Branch of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences], 2013, no. 16, pp. 204–216. (in Russian)
- Eroshkina N.A., Korovkin M.O. *Geopolimernye stroitel'nye materialy na osnove promyshlennykh othodov* [Geopolymer building materials based on industrial waste]. Penza, PGUAS Publ., 2014. 128 p.

5. Fedorov P., Sinitsin D. Alkali-Activated Binder Based on Cupola Dust of Mineral Wool Production with Mechanical Activation. *Buildings*. 2022. V. 12, N. 10. P. 1565. DOI: 0.3390/buildings12101565.

6. Erofeev V.T., Rodin A.I., Jakunin V.V., Bogatov A.D., Bochkov V.S. Slag-alkaline binders from mineral wool production waste. *Inzhenerno-stroitel'nyj zhurnal* [Magazine of Civil Engineering], 2018, no. 6(82), pp. 219–227. (in Russian) DOI: 10.18720/MCE.82.20.

7. Gluhovskij V.D., Pahomov V.A. *Shlakoshhelochnye cementy i betony* [Slag-alkaline cements and concretes]. Kyiv, Budivelnik Publ., 1978. 184 p.

8. Geetha S., Ramamurthy K. Properties of sintered low calcium bottom ash aggregate with clay binders. *Construction and Building Materials*. 2011. V. 25. N. 4. pp. 2002–2013. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2010.11.051.

9. Görhan G., Kürklü G. The influence of the NaOH solution on the properties of the fly ash-based

geopolymer mortar cured at different temperatures. *Composites Part B: Engineering*. 2014. V. 58. P. 371–377. DOI: 10.1016/j.compositesb.2013.10.082.

10. Shtark I., Viht B. *Dolgovechnost' betona* [Durability of concrete]. Kyiv, Oranta Publ., 2004. 295 p.

11. Burduhos Nergis D.D., Abdullah M.M.A.B., Sandu A.V., Vizureanu P. XRD and TG-DTA Study of New Alkali Activated Materials Based on Fly Ash with Sand and Glass Powder. *Materials*. 2020. V. 13. N. 2. P. 343. DOI: 10.3390/ma13020343.

12. Marvila M.T., Azevedo A.R.G., Zanelato E.B., Lima T.E.S., Delaqua G.C.G., Vieira C.M.F., Pedroti L.G., Monteiro S.N. Study of Pathologies in Alkali-Activated Materials Based on Slag. *Characterization of Minerals, Metals, and Materials 2021: The Minerals, Metals & Materials Series*/ eds. J. Li et al. Cham, Springer International Publishing. 2021. P. 523–531. DOI: 10.1007/978-3-030-65493-1_53.

Об авторах:

ФЕДОРОВ Павел Анатольевич

кандидат технических наук, доцент, доцент
кафедры строительных конструкций
Уфимский государственный нефтяной технический
университет
(Архитектурно-строительный институт)
450064, Россия, Республика Башкортостан,
г. Уфа, ул. Космонавтов, 1
Email: fpa_idpo@mail.ru

FEDOROV Pavel A.

PhD in Engineering Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Building Structures Chair
Ufa State Petroleum Technical University
(Architectural and Construction Institute)
450064, Russia, Republic of Bashkortostan, Ufa,
Kosmonavtov str., 1
Email: fpa_idpo@mail.ru

СИНИЦИН Дмитрий Александрович

кандидат технических наук, доцент, и. о. заведующего
кафедрой строительных конструкций
Уфимский государственный нефтяной технический
университет
(Архитектурно-строительный институт)
450064, Россия, Республика Башкортостан,
г. Уфа, ул. Космонавтов, 1
Email: d4013438@yandex.ru

SINITSIN Dmitry A.

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Acting Head of the Building Structures Chair
Ufa State Petroleum Technical University
(Architectural and Construction Institute)
450064, Russia, Republic of Bashkortostan, Ufa,
Kosmonavtov str., 1
Email: d4013438@yandex.ru

ШАГИГАЛИН Газинур Юлдашевич

инженер, заведующий лабораторией
кафедры строительных конструкций
Уфимский государственный нефтяной технический
университет
(Архитектурно-строительный институт)
450064, Россия, Республика Башкортостан,
г. Уфа, ул. Космонавтов, 1
Email: ufa-gazinur@mail.ru

SHAGIGALIN Gazinur Yu.

Engineer, Head of Laboratory
of the Building Structures Chair
Ufa State Petroleum Technical University
(Architectural and Construction Institute)
450064, Russia, Republic of Bashkortostan, Ufa,
Kosmonavtov str., 1
Email: ufa-gazinur@mail.ru

Для цитирования: Федоров П.А., Синицин Д.А., Шагигалин Г.Ю. Влияние концентрации раствора едкого натра на структурообразование цементной матрицы из пылеуноса минераловатного производства // Градостроительство и архитектура. 2024. Т. 14, № 1. С. 69–78. DOI: 10.17673/Vestnik.2024.01.09.

For citation: Fedorov P.A., Sinitsin D.A., Shagigalin G.Yu. Influence of Concentration of Causid Sodium Solution on the Structure Formation of Cement Matrix from Flow Dust from Mineral Wool Production. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2024, vol. 14, no. 1, pp. 69–78. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2024.01.09.

АРХИТЕКТУРА

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



УДК 711.01/.09

DOI: 10.17673/Vestnik.2024.01.10

А. Г. БОЛЬШАКОВ

ПРОИСХОЖДЕНИЕ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ФОРМЫ КРУПНОГО СИБИРСКОГО ГОРОДА ИРКУТСКА

ORIGIN OF URBAN FORM LARGE SIBERIAN CITY IRKUTSK

Проблема: раскрытие закономерностей и особенностей развития крупного сибирского города поможет пониманию как его структуры, так и процесса становления градостроительной формы. В генерации города участвуют природная основа, население в его пространственной форме, что выражается в росте заселенных клеток, или ячеек города. Люди удовлетворяют потребности в жилье, в местах приложения труда, в социальном обслуживании, в качественной среде. Исторический процесс становления градостроительной формы сложный и противоречивый. В настоящее время нет формулы, раскрывающей зависимость градостроительной формы от совокупности аргументов развития: политики государства, интересов застройщиков, интересов и потребностей населения, противоречий, лежащих в природе инвестирования города. **Цель:** выявить предпосылки объяснения градостроительной формы Иркутска природными, историческими, экономическими, социально-культурными и религиозными факторами. **Методы:** выявление факторов градообразующего действия, исторический процесс возникновения «семян», или первичных клеток планировочной структуры, путей приращения этой клеточной ткани по осям планировочного каркаса, анализ эволюции уличной сети, формы планировочной упаковки разных районов города с разными генетическими кодами. **Результаты:** выявлены основные закономерности происхождения градостроительной формы города Иркутска.

The problem: the disclosure of the laws and features of the development of a large Siberian city will help to understand both its structure and the process of formation of a city-numerous form. The generation of the city involves the natural basis, the population in its pro-strange form, which is expressed in the growth of populated cells of the city. People satisfy the needs for housing, in places of employment, in social services, in a high-quality environment. The historical process of becoming an urban planning form is complex and contradictory. Currently, there is no formula that reveals the dependence of the urban planning form on the totality of development arguments: state policy, the interests of developers, the interests and needs of the population, contradictions that lie in the nature of the city's investment. **Purpose:** to identify the prerequisites for explaining the urban planning form of Irkutsk by natural, historical, economic, socio-cultural and religious factors. **Methods:** identification of city-forming factors, historical process of seeds or primary cells of the planning structure, ways to increment this cell tissue along the axes of the planning framework, analysis of the evolution of the street network, forms of planning packaging of different areas of the city with different genetic codes. **Results:** the main regularities of origin of a town-planning form of the city of Irkutsk are revealed.

Ключевые слова: планировочная структура, природный каркас, клеточная ткань застройки, историко-культурный каркас, происхождение планировочных форм, город Иркутск

Keywords: planning structure, natural framework, cell tissue for construction, historical and cultural framework, origin of planning forms, city of Irkutsk

Введение

XVI–XVIII века – начало зарождения русских городов в Сибири. «Под руку» русского царя становились новые земли: бурятские, тунгусские, эвенкийские, даурские, куда переселялись русские крестьяне. Параллельно решалась стратегическая задача – делимитация границ с Китаем. Для оборонительного, хозяйственного и культурного освоения Сибири неоценимую роль играли остроги и кремни, некоторые из них в ходе развития становились городами [1]. Важной чертой градостроительства этого этапа в Сибири было строительство храмов – сначала деревянных, затем каменных. Строились монастыри, обраставшие хозяйственными угодьями и деревнями. Вокруг острогов формировались посады. За стенами посада появлялись слободы. В XIX в. оборонная функция сибирского города в виде крепости уже не была актуальной. Площадки, возникшие на первом этапе в виде базаров и ярмарок пушной, мануфактурной и прочей торговли, продолжали развиваться. Развивалась золотодобыча. Все это имело градообразующее значение для сибирского города. В XX в. в качестве градообразующего фактора добавилась промышленность. Однако для самого Иркутска торгово-административно-культурная основа оставалась более важной. Обрабатывающая промышленность возникла в городах агломерации: Ангарске, Шелехове, Усолье-Сибирском, а позже в Братске, Железнодорожском-Илимском, Тайшете, Усть-Куте.

Второй аспект – сама ткань жилой застройки. Индивидуальные жилые дома на земельном участке замещались на главных улицах каменными. Появлялись доходные и затем многоквартирные дома. В планировочной организации жилой застройки до XIX в. исключительно большую роль играли церкви, вокруг которых складывались приходы. В XX в., после Великой Отечественной войны, в целях восстановления разрушенного жилищно-коммунального хозяйства стало активно развиваться промышленное многоквартирное домостроение, типовые панельные и реже кирпичные дома. В конце XX – начале XXI в. появились жилые комплексы повышенной этажности.

Планировочная структура жилой застройки включает классические части: историческое ядро, среднюю зону со смешанной застройкой XIX – XXI вв. и периферийную зону, широко представленную коттеджными поселками и другими видами субурбии. Уличная сеть развивалась от ядра в форме вылетных магистралей к значимым внешним пунктам страны, региона и ближайшего окружения, а также унаследовала привязку к рекам как водным путям.

Общей закономерностью происхождения и развития всех городов обобщенно можно считать следующие фазы развития: 1) появление ядерной ячейки в виде квартала, острога, монастыря, торжища; 2) размножение клеток, или ячеек города преимущественно жилой функции. Формально первоначальная клетка может послужить модулем для дальнейшего приращения клеточной структуры; 3) трансформация клеток применительно к меняющимся условиям местности на основе изменения господствующего типа жилья, а также в результате модификации или даже смены функции; 4) упаковка клеток в рамках сетей магистральных улиц (артерий) и вылетных дорог; 5) утрата или замещение некоторых клеток по разным причинам, а также новый рост клеток жилого и коммерческого назначения.

В этом процессе первоначальные клетки, с одной стороны, могут играть роль «семян», из которых со временем разрастаются более сложные градостроительные структуры. С другой – некоторые «семена» могут усыхать, исчезать путем целенаправленного сноса, разрушения в рамках изменения идеологии государства, общества или градостроительной муниципальной политики, конфликтов инвесторов и пользователей или в результате обветшания. В целом в планировочной структуре города наблюдается развитие как клеточных, так и ветвящихся и сетевых структур (рис. 1).

Иркутск как центр освоения Восточной Сибири

Иркутск возник в 1661 г. в виде острога, поставленного для расширения границ Российского государства и приведения «под царскую руку» Алексея Романова новой территории. После строительства острога, а затем Иркутского кремля [2] к первой трети XVIII в. вырос посад, и по приказу Саввы Рагузинского в 1726 г. он был обнесен крепостной стеной (по линии нынешней улицы К. Маркса). В 1740-е гг. проложен Сибирский (позже Московский) тракт с организацией ямской гоньбы [3]. Он шел из Москвы в Китай через Иркутск и сыграл большую роль в торговле с Китаем. Из некоторых почтовых станций впоследствии выросли города. Омск и Иркутск были связаны с Кяхтой Сибирским трактом и, соответственно, росли благодаря торговле с Китаем. Иркутск имел столичные функции. Иркутское генерал-губернаторство со второй трети XVIII в. до первой половины XIX в. распространялось от Енисея до берегов Тихого океана и включало Аляску (площадь Русской Аляски 1,5 млн. км²). Столи-



Рис. 1. Планировочная структура Иркутска (рисунок автора):

1 – магистральные улицы и выездные тракты; 2 – берега водотоков и водоемов; 3 – жилая застройка; 4 – общественные центры; 5 – пригородные и периферийные поселки, субурбия; 6 – городские леса, парки, прибрежные территории; 7 – садоводческие поселки; 8 – кладбища; 9 – промышленно-коммунальные территории и внешний транспорт; 10 – поля фильтрации правобережных очистных сооружений

Fig. 1. Planning structure of Irkutsk (author's figure):

1 – main streets and departure paths; 2 – banks of watercourses and water bodies; 3 – residential buildings; 4 – community centers; 5 – suburban and peripheral settlements, suburbia; 6 – urban forests, parks, coastal territories; 7 – horticultural villages; 8 – cemeteries; 9 – industrial and communal territories and an external transport; 10 – filtration fields of right-bank treatment facilities

ца губернаторства была в Иркутске. Такое приращение империи произошло благодаря усилиям русских землепроходцев и мореходов XVIII в., таких как Г.И. Шелихов, основатель Русской Америки; И.И. Голиков, его помощник и продолжатель дела; купец и первопроходец Андреян Толстых, один из открывателей Алеутских островов; А.А. Баранов, правитель Русской Америки [4]. Большую роль в развитии Иркутска и губернии сыграл купеческий клан Трапезниковых.

Стимулом развития Иркутска послужило строительство железной дороги – Транссиба в 1898 г. При этом значение Кяхтинской российско-китайской торговли уменьшилось [5]. Железнодорожные станции, усилив значение почтовых «ям», дали основание для развития городов: Тайшет, Нижнеудинск, Тулун, Зима, Усолье Сибирское, Иркутск. К последней четверти XX в. была построена Байкало-Амурская магистраль (БАМ). Вторая железнодорожная магистраль интегрировала производительные силы Иркутской области (Тайшет, Братск, Железногорск, Усть-Кут). На реке Ангаре в XX в. построен каскад ГЭС (Иркутская, Братская, Усть-Илимская и Богучанская) колоссальной суммарной мощности [6]. На этой базе развиты алюминиевая электрометаллургия, электронефтехимия и производство целлюлозы [7]. Строительство Ангарского каскада ГЭС позволило не только развить энергоемкие производства, но и создать энергетическую инфраструктуру ЖКХ, как региона, так и страны. Развивается медицина областного значения. Иркутск – научный и образовательный центр в составе СО РАН и десяти вузов. Благодаря аэропорту и цепочке станций Иркутск является крупнейшим транспортным узлом Восточной Сибири. Иркутск – центр агломерации, в которую входят Усолье Сибирское, Ангарск, Шелехов, Листвянка на побережье Байкала. Вылетные магистрали связывают город с удаленными центрами по следующим трактам: Московский связывает Иркутск с Москвой и Владивостоком, Качугский (Якутский) – с Якутском. Короткий, но востребованный Байкальский тракт соединяет город с берегом Байкала в историческом селе Листвянка. Кругоморский (Култукский) участок Московского тракта ведет к южному берегу Байкала и далее к Улан-Удэ и Хабаровску. В перевозках китайских товаров в Европу («шелковый путь») есть шансы у Иркутска повторить былой успех важного узла. Эту роль он уже играл в XVIII и XIX вв. Город насчитывает 620 тыс. человек населения, вокруг него сложилась агломерация в 1 млн. 100 тыс. человек. Город занимает до 300 км² территории.

Этапы развития застройки города. Историко-культурный каркас

XVII – XVIII вв. Острожно-Посадский район – ядро города. Формировался в 1661 – 1726 гг. на правом берегу Ангары, от строительства острога до ограждения посада крепостной стеной – Палисадом. Стена возведена по указу Саввы Рагузинского, который в следующем году основал пограничную с Китаем Кяхту и открыл Кяхтинскую торговлю [8]. В 1693–1727 гг. вырос Знаменский монастырь в километре от острога за притоком Ангары – Ушаковкой. В 1672 г. начато строительство Вознесенского монастыря на левом берегу Ангары в 5 км ниже устья Иркутта. Монастырь рос. Был возведен Вознесенский собор. Вокруг монастыря сложилась Жилкинская подгородная слобода [9]. Третьим поселением вокруг острога явилось предместье Глазково и железнодорожный вокзал на левом берегу. Первым здесь было построено здание Николо-Иннокентьевского храма в 1858 г. [10]. Историко-архитектурный интерес представляет здание вокзала «Иркутск-Пассажирский». Первое здание вокзала построено в 1897 г. В ходе дальнейшего развития в 1905–1907 гг. сложился основной ансамбль вокзала.

XIX в. Иркутское купечество успешно развивало экономику и город. Иркутские золотопромышленники на Ленских приисках играли доминирующую роль и выступили спонсорами строительства Иркутска [4]. Сложилась система доминант – вертикали церквей и каменная жилая и коммерческая застройка вдоль главных улиц и площадей. В 1879 г. случился опустошительный пожар. Было утрачено 75 городских кварталов из 140. После пожара развивается каменное строительство. Из крупных общественных зданий отметим Русско-Азиатский банк архитектора В.И. Коляновского, драматический театр архитектора В.А. Шретера. И, конечно, *Казанский кафедральный собор* по проекту архитектора Г.В. Розена. В 1876 г. был освящен Михайло-Архангельский храм в ските Вознесенского монастыря в Иннокентьевской слободе, где кроме церкви была крупная монастырская ферма [9].

XX в. До конца Великой Отечественной войны в городе не произошло больших преобразований застройки. Однако начиная с 1960-х гг. развитие ускоряется. Возводятся микрорайоны, закладываются здания кампуса *Иркутского политехнического института*, а также *Иркутского научного центра* в составе 13 институтов: географии, лимнологии, солнечной и земной физики, земной коры, физиологии и биохимии растений, геохимии, органической химии, институт систем и научных проблем

управления, физико-технических и радиологических измерений, социально-экономических проблем и систем энергетики. Академгородок включает жилой микрорайон (архитекторы В.П. Шматов, [Дяпин]) и институты по периметру леса Академгородка. Начиная с 1960-х гг. развиваются по технологиям промышленного домостроения *микрорайоны*: Новоленино, Юбилейный, Солнечный, Первомайский, Синюшина гора, Топкинский. Строительство крупных микрорайонов завершилось с распадом Советского Союза.

С 2000 и особенно с 2010-х гг. XXI в. развивается *точечное* жилищное и школьно-дошкольное строительство в Новоленино, на границе

Солнечного, в студгородке ИрГАУ. Возводятся торгово-развлекательные центры. По Качутскому тракту (Хомутово) строятся коттеджи и дачи, как и по Байкальскому тракту (Иркутская «Рублевка»). На юге на вылетной дороге из Академгородка сделаны микрорайоны эконом-класса Березовый, Зеленый берег, Ершовский. На выезде из города в сторону Шелехово построен эконом-микрорайон Луговое. Перечисленные поселки и микрорайоны составили пятна иркутской субурбии.

Таким образом, в *историко-культурный каркас Иркутска* входят: 1) исторический центр города Иркутска на излучине реки Ангары с ее притоком рекой Ушаковкой (рис. 2),



Условные обозначения к проекту охранных зон , зон регулирования застройки, хозяйственной деятельности и охраняемого природного ландшафта г . Иркутска

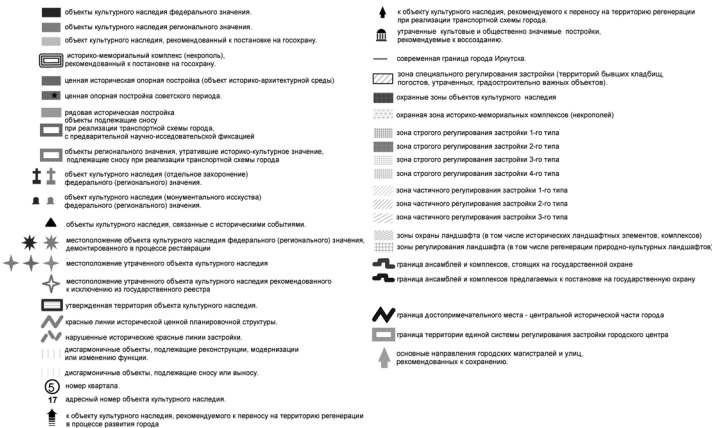


Рис. 2. Границы зон охраны объектов культурного наследия центра города Иркутска, 2008 г.
Fig. 2. The boundaries of the zones of protection of cultural heritage sites of the city center of Irkutsk, 2008

а также отдельные участки [11]: 2) предместье Знаменское со Знаменским монастырем; 3) предместье Иннокентьевское (включая Жилкино) с сохранившимися постройками Вознесенского монастыря; 4) предместье Глазовское с вокзалом и Никольской церковью; 5) предместье Рабочее с церковью Казанской иконы Божией Матери, «Тюремным замком» и Князе-Владимирской церковью.

Функции и пространство современного города

Районы города, виды землепользования и застройки в их пределах и их расположение показаны на рис. 3.

Ландшафтная основа и природный каркас

Ландшафтный подход в градостроительстве ранее разрабатывала Е.А. Ахмедова [12]. В 2003 г. автор ввел положение о ландшафтообразности в градостроительстве [13]. Согласно принципу, природная локация – основа городских местоположений. Иркутск располагается на средокрестии трех рек. Основной ствол – Ангара, а боковые ветви – притоки Иркут и Ушаковка. По водности они отличаются друг от друга на порядок. Водный поток Ангары – 2000 м³/с, Иркут – 200, Ушаковки – 20 [14]. Руслас образуют крест. В центре креста – излучина Ангары, сбросо-сдвиг в региональном геоло-

гическом разломе [15]. То есть из озера Байкала река течет на север, в точке сброса-сдвига делает зигзаг. В этой точке слева в нее впадает Иркут – с бурным гидрологическим режимом, справа – река Ушаковка, что стекает с горного обрамления Байкала. Пересечение русел делит территорию города на четыре квадранта (рис. 4). Левый северо-западный квадрант – Новоленино. Правый северо-восточный – Знаменское и Рабочее предместья. Юго-восточный квадрант – округ с центром города и Октябрьским районом на горе Иерусалимской. Юго-западный квадрант – Свердловский округ с группой холмов: Кайская гора (с техническим университетом), Синюшина гора и гора Семигорка. Семигорка – это группа холмов, на которых расположено семь поселков строителей Иркутской ГЭС, а также Академгородок. Плотиной ГЭС в 1952–1956 гг. перекрыли реку в створе, на одном конце которого сейчас располагается Иркутский аэропорт, на другом – микрорайон Юбилейный. Долины рек врезаются в холмистую местность. По краям пойм возвышаются холмы, которые называются горами: Чуприха, Знаменская, Кайская и Синюшина, Семигорка и Иерусалимская. Холмы поднимаются над зеркалом Ангары на 75–100 м. Природный каркас города в основе своей имеет ландшафты пойм крупных рек [13]. В него входят также долины малых рек (Кая, Сарафановка, Пшеничная, Каштак, Кузьмиха) как элементы второго порядка (рис. 5). Склоны холмов, на которых



Рис. 3. Градостроительное зонирование. Городская администрация, 1998 г.
Fig. 3. Urban planning zoning. City Administration, 1998

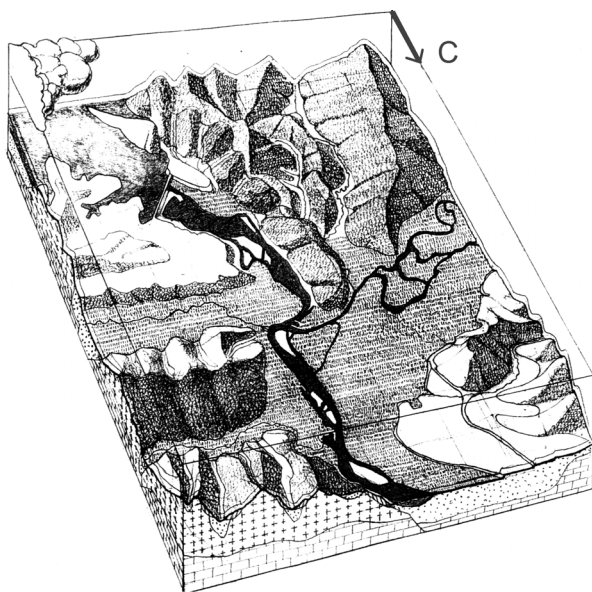


Рис. 4. Рельеф и водотоки Иркутской местности (рисунок автора, 2003 г.)
Fig. 4. Topography and watercourses of the Irkutsk area (author's drawing, 2003)



Рис. 5. Природный каркас южной части Свердловского округа.
Дипломный проект (студент Э. Петрас, руководитель проф. А.Г. Большаков)
Fig. 5. Natural frame of the southern part of the Sverdlovsk district.
Diploma project (student E. Petras, head prof. A.G. Bolshakov)

сохранился лес, также входят в природный каркас как элементы третьего порядка. Это Кайская роща, Академический лес, Нестеровский уступ Знаменской горы. Поймы имеют важное водорегулирующее значение. В поймах доформиро-

вывается сток воды в реках, они отвечают за качество вод. Леса на склонах образуют этот сток и участвуют в регенерации городского воздуха.

К природному каркасу относятся также крупные парки. Среди них: Роща железнодорожной больницы, Роща Звездочка, Ершовский лес, а также парк Локомотив (Парижской коммуны), дендропарк Академгородка, роща Синюшиной горы, мемориальная зона Иерусалимского кладбища.

Места приложения труда

После распада Советского Союза сохранился ряд промышленных предприятий: Иркутский авиазавод во Втором Иркутске, релейный завод в Октябрьском районе, завод тяжелого машиностроения в центре, завод дорожных машин в Знаменском предместье, завод Фармасинтез в Новоленино, завод ЖБИ рядом с болотно-озерным заказником в Новоленино. Действуют предприятия энергетики: Новоиркутская ТЭС, Иркутская ГЭС, электростанции. Основные производственные мощности размещены в Иркутской агломерации: электрохимия в Ангарске, производство алюминия в Шелехове, крупнотоннажная химия в Усолье-Сибирском [14]. Последняя отрасль в настоящее время прекратила существование, и на ее месте развивается технопарк по переработке химических отходов. Купеческие традиции Иркутска в организации торговли с Китаем [8] нашли свое продолжение в малом и среднем бизнесе. В Иркутской области в последние годы строятся и готовятся к вводу в эксплуатацию алюминиевый завод в Тайшет и завод полимеров в Усть-Куте.

Городское хозяйство: Ершовский водозабор, очистные сооружения на Топкинском луту на правом берегу Ангары и в районе Авиационного завода на левом. Система канализационных насосных станций. Управляет системой Иркутский водоканал. Городской транспорт представлен муниципальными предприятиями троллейбусного, трамвайного парков, а также автобусным предприятием. Большая часть подвижного состава автобусов принадлежит частным компаниям. *Оптовая и розничная торговля:* рынки и оптовые склады концентрируются по улице Тракторной в Жилкинском предместье, где был советский Востсибглавснаб. Рынки строительных материалов расположены в других локациях: Покровский, Леруа Мерлен, Радужный. *Торгово-развлекательные центры:* «Модный квартал», «Яркомола» в центре города, «Сильвермола», «Джеммола» в Свердловском округе, «Европарк» в Новоленино – проявление активности современных «купцов». Сете-

вые структуры розничной торговли в Иркутске представлены магазинами «Слата», «Пятерочка», «Абсолют», «Удача» и др. [14]. *Офисно-управленческий и финансовый бизнес* концентрируется в центре города. Это офисы крупных компаний, рассредоточенных по Сибири и стране. Концентрация мест приложения труда в центре города достигает 80 % [15]. *Внешний транспорт*: железнодорожный и авиационный, а также междугородные автоперевозки по области (автовокзал). Иркутский аэропорт из городской черты десятки лет планируют вынести.

Жилой фонд

Жилая застройка подразделяется на несколько категорий. Во-первых, сохранилось *деревянное одно-двухэтажное односемейное жильё* постройки от XIX в. до наших дней. Это дома с участками. Район такой застройки имеется на Кайской горе, посёлок Радищева на Знаменской горе, посёлок Боково на берегу Ангары, посёлок Порт Артур в Новоленино. Это традиционные районы (рис. 6) [16]. Малоэтажная каменная застройка XX и XXI вв. появилась во Втором Иркутске, в Новоразводной, в посёлке Западный на севере города и за микрорайоном Солнечный. Большой массив коттеджей вырос за гребнем горы Академгородка: посёлки Николов посад, Сергиев посад, Новоиркутский.

Среди многоквартирных домов *средней этажности* доминируют хрущёвки, типовые крупнопанельные здания 1960–1970-х гг. постройки. В том числе печально известная серия 335 ас с неполным каркасом и с дефицитом сейсмостойкости. Второй по массе тип застройки

ки – брежневская 1970–1980-х гг., улучшенной планировки, которая учитывает вопросы сейсмостойкости (464,114,135 серии) (рис. 7). Сталинской застройки в Иркутске немного. Она расположена в центре города по улицам Ленина, Горького, меньше по улице К.Маркса и по улице Сибирских партизан во Втором Иркутске.

В настоящее время ведётся застройка домами повышенной этажности – 14, 16 и до 20 этажей: микрорайон «Союз», застройка по улице Депутатской (рис. 8). Были снесены восьмиквартирные двухэтажные деревянные дома постройки 1948–1958 гг. (серии в т. ч. 1-244-1). Проектировали эти дома будущие академики В.А. Шуко и В.Г. Гельфрейх. У них хорошая планировка, но неполное благоустройство. Теперь эти дома меняют на здания повышенной этажности в районе залива водохранилища в микрорайоне «Якоби-Парк». Такая застройка по улице 25-го Октября – на пороге исторического центра, где высотными доминантами служат вертикали храмов, но такое соседство является агрессивным. В планировочном районе между улицами Терешковой (бывший Кругоморский тракт), Маяковского (в створе Глазковского моста) район одноэтажной застройки (исторический район Глазково) было решено преобразовать в многоэтажную застройку.

В настоящее время жилой фонд Иркутска составляет более 14 млн м² [17]. Типы застройки, образующие фонд: 1) индивидуальная односемейная усадебная застройка; 2) блокированная малоэтажная застройка; 3) сталинская многоквартирная средней этажности; 4) хрущёвская типовая средней этажности 1960-х гг. и позд-



Рис. 6. Односемейная одноэтажная застройка с индивидуальными земельными участками в поселке Порт Артур, район Новоленино, первая половина XX в.

Fig. 6. Single-family one-story development with individual land plots in the village of Port Arthur, Novolenino district, the first half of the 20th century



Рис. 7. Застройка микрорайона Солнечный на основе дома 464 серии. 1970-е гг.
Fig. 7. The development of the Solnechny microdistrict based on the 464 series house. 1970s.



Рис. 8. КРТ повышенной этажности по улице Депутатской на месте двухэтажных деревянных домов
Fig. 8. KRT of increased number of storeys on Deputatskaya Street on the site of two-story dere-van houses

ние серии улучшенной планировки – многоэтажные здания 1970–1980-х гг.; 5) точечная застройка повышенной этажности блок-секционная и башенного типа начала XXI в. По соответствию семейным ценностям лидируют два первых типа. По уровню социальной инфраструктуры и озелененности, инженерного жизнеобеспечения в приоритете застройка 3-го и 4-го типа. В застройке 5-го типа доминируют однокомнатные квартиры-студии, допускается дефицит социальной инфраструктуры и перегруженность придомовых территорий автостоянками. С точки зрения сохранения семейных традиций и демографии такая застройка наименее благоприятна. Требования к идеальной застройке сформулировал Андреас Дюани в концепции «нового урбанизма» [18].

Планировочная структура города

В настоящее время планировочная структура города совмещает свойства линейной и радиальной структур (см. рис. 3). По состоянию на 2010-е гг. транспортная схема представлена генеральным планом 2012 г. [17]. Линейный шаблон прослеживается на левом берегу Ангары. Это цепочка планировочных фрагментов, вытянутых вдоль улицы Академической-Лермонтова от плотины ГЭС с юга на север: микрорайоны Юбилейный и Семигорка, Помяловского – Радужный, Академгородок, Студгородок. Далее к северу полоса вытягивается вдоль улиц 2-ой Железнодорожной и Гоголя – район Глазково. Дальше эта линия пересекает реку Иркут по Иркутскому мосту и выходит в Ленинский

район на улицу Трактовую. Эта улица служит осью складского и оптово-розничного торгового района, с рынками стройматериалов, автомобильной и автодорожной техники. Дальше на север улица Трактовая разветвляется на три параллельные оси: вплоть до выезда из города в сторону Ангарска. При этом на правом берегу Ангары сложилась другая планировочная схема: радиальная, с элементами кольцевой. Причем радиусы веерно расходятся от пятна исторического центра. Это улицы: Байкальская, Пискунова, Советская – в Октябрьском районе; Баррикад и Карпинского – в предместье Рабочем; Радищева, Шевцова и Рабочего Штаба – в предместье Знаменском. Вылетным радиусом служит также улица Сурнова, которая совпадает с правым берегом Ангары. Эти веерные линии кольцами не замыкаются. Есть сложные и местами непроездные смычки, которые выборочно соединяют радиусы между собой. У этих смычек сложный продольный профиль из-за пересеченного рельефа. Наиболее крупное различие в генеральных планах [16, 17] в том, что более ранняя концепция предусматривала вынос аэропорта и развитие на его месте селитьбы. В генплане 2012 г. этого нет.

Историко-градостроительные районы. Сравнительный анализ районов

Историко-градостроительные районы показаны на рис. 9. Первый район – «Центр» – историко-культурное ядро, с большой долей общественной застройки, окаймлен прибрежными территориями рек Ангары и Ушаковки. Характеризуется также как центральный деловой район с большим количеством офисов и торговых центров. Имеется густая сеть мелких хорошо благоустроенных скверов. Центр перенасыщен транспортом. Планировочная ткань характеризуется наибольшей степенью разнообразия и достигнутого в ходе 350-летнего развития порядка. Центр окружают Знаменское и Рабочее предместья, слобожанские структуры, с элементами культурного наследия регионального значения: Знаменский монастырь, церковь иконы Казанской Божией Матери и Князе-Владимирская церковь.

Второй район – Октябрьский административный округ – срединная зона города, селитебный район с высокой плотностью населения. К нему примыкает крупный аэропорт, создавая проблемы шума и безопасности. Центральные улицы – Советская, Байкальская, Депутатская, Ширямова. Включает правильную «Иерусалимскую» решетку улиц XIX в. со стороны центра, советскую застройку в средней части и застройку повышенной этажности на

востоке. Присутствует как планировка упрощенного порядка – микрорайон Парковый, так и случайного характера – в районе «Нижняя Лисиха». С юга район омывается рекой Ангарой. С севера – рекой Ушаковкой. На востоке находится зона аэропорта по улице Ширямова. За улицей Ширямова расположен микрорайон Солнечный, на полуострове, в акватории водохранилища. При благоприятности условий для микрорайона, сам он создает риски для городского источника питьевого водоснабжения в водохранилище.

Третий район – северная часть Свердловского округа: Глазковское предместье, Студгородок, микрорайоны Первомайский, Университетский, Синюшина гора, а также торговая зона на месте бывшего Оборонного завода. Природный каркас района образует ООПТ Кайская роща, левый берег Ангары, правый берег Иркутта, долина реки Кая и падь Долгая. В долине реки Кая расположены предприятия: Новоиркутская ТЭЦ, масложиркомбинат, пивоваренный завод и хладокомбинат, поэтому река сильно загрязнена. В топографии два крупных холма – Синюшина гора и Кайская гора, долина реки Кая между ними. С внешней стороны оба холма омываются крупными реками. Синюшина гора поднимается над Иркутом. Кайская гора – над Ангарой. По району проходит ТрансСиб. Движение поезда с огибанием двух холмов напоминает схему ременной передачи. Лента дороги описывает два противоположенных «виража» – выпуклый и вогнутый. Аналогия может лечь в основу формообразования. Схема также напоминает барочную складку (волюту) в анализе Жилия Делеза [19]. Планировки холмов принципиально разные. На Синюшиной горе застройка чересполосная. Пятна селитьбы перемежаются с промышленно-коммунальными участками. Основная улица – бульвар Рябикова-маршала Конева – рисуется волнами и вылетает по гребню холма на Култукский тракт. На Кайской горе планировка более регулярная, квартальная сетка с ячейкой в 100–200 м. Важным экологическим наследием является ООПТ Кайская реликтовая роща.

Четвертый район – южная часть Свердловского округа – вытягивается вдоль берега Ангары от Академического моста на севере до плотины ГЭС на юге. Основу ткани составили случайно расположенные семь временных поселков строителей ГЭС, которые были размещены на вершинах холмов в районе строительства плотины ГЭС в 1952–1956 гг. Основными осями планировки служат две городские магистрали: первая держится ближе к берегу – Старокузьмихинская, другая – Лермонтова-Академическая, тоже параллельная берегу, отступает

пил железнодорожному ведомству 60 га своих земель [20]. Монастырь обрастал деревнями Жилкино, Вознесенское (в н.в. Кирова), Бокowo в разные периоды 350-летней истории. Настоятелем монастыря и правящим епископом Иркутской епархии, которая распространялась на весь восток страны от Енисея до Камчатки, в 1727 – 1731 гг. был Иннокентий Кульчицкий, прославленный в лике Святых в 1804 г. Главным храмом в монастыре был Вознесенский собор, величественное здание постройки архитектора В.А. Кудельского [9].

Предмestье Жилкино расположено на пойме Иркутa и Ангары, представляет собой заболоченную низину с небольшими сухими участками. На таких участках, недалеко от берега Ангары, располагался монастырь и связанные с ним деревни. При строительстве станции на железной дороге было решено назвать её Иннокентьевской в честь Святого Иннокентия. От монастыря был отделен скит, получивший название Михайло-Архангельский. Скит имел большие сельхозугодья. Обширные болота и стремление монахов к уединенному образу жизни привели к разброанному расположению «семян» будущего района. Вознесенский собор был разрушен в 1930-е гг. Сохранилась только церковь Успения Божией Матери и два здания с братскими кельями. Другие преобразования советского периода воплотились в виде комплекса складов Востсибглавнаба. Склады служили обеспечению части северного завоза в Якутск, а также перевалочной базой снабжения регионов Восточной Сибири. На территорию были введены подъездные пути от станции Иннокентьевская. Вдоль путей и между ними располагались склады. Они заняли половину площади района. Основу современной планировки образуют улицы Тракторная и Олега Кошевого. В створе улицы Олега Кошевого к 1978 г. был построен новый Жилкинский мост, в том месте где в XVII в. была переправа через Ангару от Вознесенского монастыря на правый берег. Она осуществлялась с помощью карбазов, а затем с помощью плашкоутов инженера Лингардта [21]. Другую связь Жилкино с предместьем Глазково обеспечил деревянный мост на быках через Иркут 1791 г. постройки. В 1978 г. он был заменен арочным железобетонным мостом. Подход к этому мосту постепенно сложился как улица Тракторная. В пересечении улиц Тракторной и Олега Кошевого построена в 1970-е гг. развязка. По обоим названным осям в настоящее время развился линейный центр с оптово-розничной торговлей. Таким образом, Жилкино – исторический район со сложной ландшафтной основой (с заболоченностью), с богатым историческим наследием, в значи-

тельной степени утраченным, но вместе с тем имеющим множество «семян» историко-градостроительного посева, которые проросли в современную сложную, пока слабо упорядоченную градостроительную форму.

Заключение

Происхождение градостроительной формы Иркутска – сложная история. Планировка города имеет сложнoгенерированную форму. В ее основе лежит средокрестие трех рек: пересечение основного ствола – реки Ангары с основными притоками, справа и слева впадающими в Ангару примерно в одном створе. В этом створе сложился центр города. Он начался с острога. Реки делят территорию города на четыре квадранта. В них располагаются девять историко-градостроительных районов, по два в каждом квадранте и один в центре креста. Основой историко-градостроительных районов послужили как ландшафтные рамки, так и вылетные магистрали, которые были направлены и в ближайшие, и в удаленные точки Сибири из пятна исторического центра. Важными «семенами» генерации формы послужили православные храмы, деревни вокруг монастырей, посад вокруг кремля, советские предприятия (включая ГЭС) и микрорайоны. В городе располагается множество головных офисов крупных компаний, 10 вузов и Иркутский научный центр СО РАН.

В работе показано, как на эту функционально-пространственную канву легли исторические события, а также основные вехи хозяйственного и культурного развития Иркутска как торгового, оборонительного, культурного и религиозного центра Восточной Сибири. Эти события вносили изменения в пространственную форму города.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Черная М.П. Сибирский город конца XVI – начала XVIII в. в историко-археологическом отражении (историографический аспект) // Вестник Томского государственного университета. 2009. № 3(7). С. 92–115.
2. Яровой Б.П. Архитектурный силуэт деревянного кремля в городском ландшафте. Предварительные опыты графической, макетной реконструкции и компьютерного моделирования с привязкой к историческому местоположению // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2021. Т.11, № 1. С. 192–203.
3. Московско-Сибирский тракт и дорожная система Сибири [Электронный ресурс]. URL: [https://museumcomplexnso.ru/index.php/lektcionnyepyatnitsy-v-muzee/497-onlajn-lektsiya-moskovsko-](https://museumcomplexnso.ru/index.php/lektcionnyepyatnitsy-v-muzee/497-onlajn-lektsiya-moskovsko)

sibirskij-trakt-i-dorozhnaya-sistema-sibiri-kainsk (дата обращения: 18.09.2023).

4. Оглы Б.И. Иркутск: О планировке и архитектуре города. Иркутск: Восточно-Сибирское кн. изд-во, 1982. 112 с.

5. Оглы Б.И. Строительство городов Сибири. Л.: Стройиздат, 1980. 272 с.

6. Ковалев А.Я. Ангарский каскад. М.: Стройиздат, 1975. 325 с.

7. Фильшин Г.И. Экономика Приангарья: проблемы и перспективы. Иркутск: Восточно-Сибирское кн. изд-во, 1988. 208 с.

8. Цыденова Л.Б. Необычная Кяхта. Улан-Удэ: НоваПринт, 2018. 176 с.

9. Калинина И.В. Православные храмы Иркутской епархии XVII – начала XX века. М.: Галарт, 2000. 494 с.

10. Храм Николо-Иннокентьевский (Иркутск) [Электронный ресурс]. URL: http://irkipedia.ru/content/hram_nikolo_innokentevskiy_irkutsk?ysclid=loij1tdble486063845. (дата обращения: 01.08.2023).

11. Зоны охраны ОКН Центра Иркутска года [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/424069760?ysclid=llbpjs26ge623876603> (дата обращения: 18.09.2023).

12. Ахмедова Е.А. Региональный ландшафт: история, экология, композиция. Ландшафтные исследования в градостроительстве. Самара: Кн. изд-во, 1991. 248 с.

13. Большаков А.Г. Градостроительная организация ландшафта как фактор устойчивого развития территории: дис. ... д-ра арх. Иркутск: Иркутск. гос. техн. ун-т, 2003. 424 с.

14. Атлас развития Иркутска. Иркутск: Изд-во Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2011. 131 с.

15. Лобацкая Р.М. Разломы литосферы и чрезвычайные ситуации. Иркутск: Изд. ИРНИТУ, 1997. 196 с.

16. Концепция генплана города Иркутска 2003 года [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.document/440522044> (дата обращения: 18.09.2023).

17. Генеральный план города Иркутска 2012 года [Электронный ресурс]. URL: <https://fgistp.economy.gov.ru/lk/#/document-show/25904> (дата обращения: 18.09.2023).

18. Duanu A. Smart code: version 9 [Электронный ресурс]. URL: https://www.goodreads.com_andreas_duanu_smart_code:version_9_and_manual (дата обращения: 01.08.2023).

19. Делез Ж. Складка. Лейбниц и барокко / пер. с фр. Б.М. Скуратова. М.: Логос, 1997. 264 с.

20. Шахеров В.П. Городское хозяйство и застройка Иркутска в конце XVIII – XIX вв. // Историко-экономические исследования. 2012. Т. 13, № 1. С. 27–51.

21. Чернигов А.К. Иркутские повествования. 1661–1917 гг. Иркутск: Отгиск, 2003. 464 с.

REFERENCES

1. Black M.P. Siberian city of the late XVI – early XVIII century. in historical and archaeological

reflection (historiographic aspect). *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of Tomsk State University], 2009, no. 3(7), pp. 92–115. (in Russian)

2. Spring B.P. Architectural silhouette of a wooden Kremlin in the urban landscape. Preliminary experiments of graphic, mock-up reconstruction and computer modeling with reference to historical location. *Izvestiya vuzov. Investicii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost'* [News of universities. Investments. Construction. Real estate], 2021, no. 1, pp. 192–203. (in Russian)

3. *Moscow-Siberian tract and road system of Siberia*. Available at: <https://museumcomplexnso.ru/index.php/lektzionnye-pyatnitsy-v-muzee/497-onlajn-lektsiya-moskovsko-sibirskij-trakt-i-dorozhnaya-sistema-sibiri-kainsk> (accessed 18 September 2023).

4. Oglu B.I. *Irkutsk: O planirovke i arhitekture goroda* [Irkutsk: On the layout and architecture of the city]. Irkutsk, East Siberian Book Publishing House, 1982. 112 p.

5. Oglu B.I. *Stroitel'stvo gorodov Sibiri* [Construction of cities of Siberia]. Leningrad, Srtoyizdat, 1980. 272 p.

6. Kovalev A.Ya. *Angarskij kaskad* [Angarsk Cascade]. Moscow, Srtoyizdat, 1975. 325 p.

7. Filshin G.I. *Jekonomika Priangar'ja: problemy i perspektivy* [Economy of the Angara region: problems and prospects]. Irkutsk, East Siberian Book Publishing House, 1988. 208 p.

8. Tsydenova L.B. *Neobychnaja Kjahta* [Extraordinary Kyakhta]. Ulan-Ude, NovaPrint, 2018. 176 p.

9. Kalinina I.V. *Pravoslavnye hramy Irkutskoj eparhii XVII – nachala XX veka* [Orthodox Churches of the Irkutsk Diocese of the XVII – early XX centuries]. Moscow, Galart, 2000. 494 p.

10. *Church of Nikolo-Innokentievsky (Irkutsk)*. Available at: http://irkipedia.ru/content/hram_nikolo_innokentevskiy_irkutsk?ysclid=loij1tdble486063845 (accessed 01 August 2023).

11. *Protection zones of the OKN of the Irkutsk Center of the Year*. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/424069760?ysclid=llbpjs26ge623876603> (accessed 18 September 2023).

12. Akhmedova E.A. *Regional'nyj landshaft: istorija, jekologija, kompozicija. Landshaftnye issledovaniya v gradostroitel'stve* [Regional landscape: history, ecology, composition. Landscape Studies in Urban Planning]. Samara, Book Publishing House, 1991. 248 p.

13. Bolshakov A.G. *Gradostroitel'naja organizacija landshafta kak faktor ustojchivogo razvitiya territorii*. Doct. Diss. [Urban planning organization of the landscape as a factor of sustainable development of the territory. Doct. Diss.]. Irkutsk, Irkutsk State Technical University, 2003. 424 p.

14. *Atlas razvitiya Irkutsk* [Atlas of Irkutsk Development]. Irkutsk, Publishing House of the Institute of Geography named after V.B. Sochava SB RAS, 2011. 131 p.

15. Lobatskaya R.M. *Razlomny litosfery i chrezvychajnye situacii* [Lithosphere Faults and Emergencies]. Irkutsk, Ed. IRNITU, 1997. 196 p.

16. *Concept of the general plan of the city of Irkutsk 2003*. Available at: <https://docs.document/440522044> (accessed 18 September 2023).

17. 2012 *Irkutsk City Master Plan*. Available at: <https://fgistp.economy.gov.ru/lk/#/document-show/25904> (accessed 18 September 2023).

18. Duany A. *Smart code: version 9*. Available at: https://www.goodreads.com_andreas_duany_smart_code:version_9_and_manual (accessed 01 August 2023).

19. Delaise J. Fold. *Skladka. Lejbnic i barokko* [Leibniz and Baroque]. Moscow, Logos, 1997. 264 p.

20. Shakhov V.P. Urban economy and development of Irkutsk at the end of the XVIII - XIX centuries. *Istoriko-jekonomicheskie issledovaniya* [Historical and economic research], 2012, vol. 13, no. 1, pp. 27–51. (in Russian)

21. Chernigov A.K. *Irkutskie povestvovaniya. 1661–1917 gg.* [Irkutsk narratives. 1661–1917]. Irkutsk, Ottisk, 2003. 464 p.

Об авторе:

БОЛЬШАКОВ Андрей Геннадьевич

доктор архитектуры, профессор, заведующий кафедрой архитектурного проектирования Иркутский национальный исследовательский технический университет
664074, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83
E-mail: andreybolsh@yandex.ru

BOLSHAKOV Andrey G.

Doctor of Architecture, Professor, Head of the Architectural Design Chair
Irkutsk National Research Technical University
664074, Russia, Irkutsk, Lermontova str., 83
E-mail: andreybolsh@yandex.ru

Для цитирования: Большаков А.Г. Происхождение градостроительной формы крупного сибирского города Иркутска // Градостроительство и архитектура. 2024. Т. 14, № 1. С. 79–92. DOI: 10.17673/Vestnik.2024.01.10.
For citation: Bolshakov A.G. Origin of Urban Form Large Siberian City Irkutsk. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2024, vol. 14, no. 1, pp. 79–92. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2024.01.10.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ «ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА»



Журнал включен с 01.12.2015 г. в Перечень ВАК, индексируется в системе РИНЦ, каждой статье присваивается идентификатор цифрового объекта DOI
Индекс журнала в Объединенном каталоге «Пресса России»: 70570

Рубрики:

- Строительство
- Архитектура

Полный перечень рубрик можно посмотреть на официальном сайте журнала journals.eco-vector.com

ПУБЛИКАЦИЯ В ЖУРНАЛЕ БЕСПЛАТНАЯ

СТРЕЛКОВ Александр Кузьмич

доктор технических наук, главный редактор

443100, Самара, ул. Молодогвардейская, 244
тел. (846) 242-36-98; +79276510709
vestniksgasu@yandex.ru



А. Г. ВАЙТЕНС

ЭВОЛЮЦИЯ ГОРОДСКИХ ГРАНИЦ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА – ЛЕНИНГРАДА (КОНЕЦ XIX – XX ВВ.): ПРИЧИНЫ И СЛЕДСТВИЯ**EVOLUTION OF THE CITY BORDERS OF ST. PETERSBURG – LENINGRAD (END OF 19th – 20th centuries): CAUSES AND CONSEQUENCES**

Статья посвящена определению причин и результатов изменения городских границ Санкт-Петербурга – Ленинграда с конца 1870-х до начала 1990-х гг. **Объект исследования:** пространственные и административные границы Санкт-Петербурга – Ленинграда, сформированные в этот период. **Цель статьи:** определение причин изменений городских границ Санкт-Петербурга – Ленинграда с конца 1870-х гг. – периода развития местного самоуправления, до начала 1990-х гг. – завершения советского периода и анализ результатов этих изменений. **Задачи статьи:** 1) определение проблем и предложений по установлению городских границ Санкт-Петербурга – Петрограда с 1870-х до 1917 гг.; 2) рассмотрение и анализ Генеральных планов Ленинграда 1920 – 1930-х гг. для определения причин и следствий изменений городских границ в этот период; 3) анализ изменений городских границ в послевоенных Генеральных планах Ленинграда 1948 и 1966 гг. в связи с новым направлением развития города «К заливу»; 4) определение причин стабилизации городских границ Ленинграда к началу 1990-х гг. – завершению советского периода развития города. **Научная новизна статьи:** состоит в определении причин, следствий и анализе результатов эволюции городских границ Петербурга – Ленинграда с 1870-х до начала 1990-х гг. под влиянием социально-экономических и политических условий этого периода.

Ключевые слова: городские границы, Городские планы, Генеральные планы, городское самоуправление, направления городского развития, агломерационное развитие

The article is devoted to determining the causes and results of changes in the urban boundaries of St. Petersburg - Leningrad from the late 1870s to the early 1990s. **Object of study:** spatial and administrative boundaries of St. Petersburg-Leningrad, formed during this period. **Purpose of the article:** to determine the reasons for changes in the city boundaries of St. Petersburg - Leningrad since the late 1870s. – the period of development of local self-government, until the early 1990s. – the end of the Soviet period and analysis of the results of these changes. **Objectives of the article:** 1) identification of problems and proposals for establishing the city boundaries of St. Petersburg - Petrograd from the 1870s to 1917; 2) consideration and analysis of the General Plans of Leningrad of the 1920s – 1930s. to determine the causes and consequences of changes in city boundaries during this period; 3) analysis of changes in city boundaries in the post-war General Plans of Leningrad in 1948 and 1966. in connection with the new direction of development of the city “Towards the Bay”; 4) determining the reasons for the stabilization of the city borders of Leningrad by the beginning of the 1990s. – the end of the Soviet period of city development. **Scientific novelty of the article:** it consists in determining the causes, consequences and analysis of the results of the evolution of the urban boundaries of St. Petersburg - Leningrad from the 1870s to the early 1990s. influenced by the socio-economic and political conditions of this period.

Keywords: city borders, City plans, General Plans, city self-government, the orientations of the city development, agglomeration development

Введение

В рассматриваемый период городские границы города на Неве, бывшей столицы Российской империи и второго по величине и значению города СССР, неоднократно менялись под влиянием политических, социальных, экономических факторов.

В настоящее время территория современного Санкт-Петербурга в пределах городских границ составляет 144632 га (1446,3 км²) (рис. 1). На этой территории расположено 18 административных районов и свыше 90 муниципальных образований. Население Санкт-Петербурга составляет свыше 5,5 млн. чел. Такова ситуация на сегодняшний день. Каким образом и почему менялись границы города с 1870-х до конца 1990-х гг. и почему для этого рассмотрения выбран именно этот период?

Рассмотрение пространственного развития Санкт-Петербурга в начале XIX в. показало, что в результате эволюционного и естественного развития границы города практически не менялись. Город развивался компактно на Васильев-

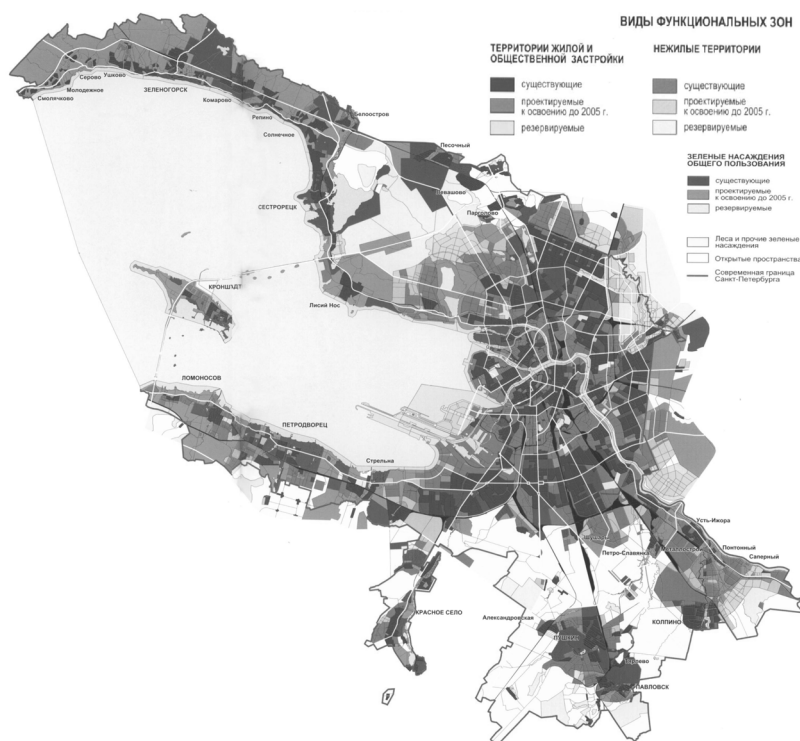


Рис. 1. Генплан Санкт-Петербурга в существующих границах
Fig. 1. General Plan of St. Petersburg within the existing borders

ском острове, Петроградской стороне, а южная городская граница проходила по построенному в 1830-х гг. Обводному каналу (рис. 2). Однако с 1870-х гг., в результате реформ Александра II и развивавшихся масштабов строительства, город начал активно развиваться в южном и восточном направлениях.

Существующие границы Санкт-Петербурга окончательно утверждены в Генеральном плане 1987–2005 гг. совместного развития Ленинграда и области. Появление в 1992 г. Ленинградской области как самостоятельного субъекта РФ не повлияло на изменение этих границ вплоть до настоящего времени.

Формирование городских границ Санкт-Петербурга – Петрограда в 1870-х – 1917 гг.: проблемы и предложения

Во второй половине XIX в. строительство города велось огромными темпами, как в центре города, так и на окраинах. При этом не всегда соблюдались Правила застройки и другие территориальные регулятивные ограничения, существовавшие в Строительных Уставах того времени. Для упорядочения строительной деятельности в 1880 г. выборными органами общественного управления – Городской Думой и Городской Управой был разработан

городской «План на урегулирование Санкт-Петербурга», высочайше утвержденный Александром II в марте 1880 г. [1, с. 84]. Этот план имел статус общероссийского закона и определял пробивку новых улиц, бульваров и набережных, а также фиксировал восточную городскую границу (рис. 3). Согласно этому плану, городские границы определялись существовавшим административным делением города. Расположенные выше территории северной части города были более благоприятными для застройки, поэтому город в 1880-х гг. начал неупорядоченно развиваться в северном направлении. Городские границы четко фиксировались в планах урегулирования Санкт-Петербурга 1904, 1907 и 1909 гг. В соответствии с ними Российская столица развивалась до 1917 г.

К концу XIX в. все явнее становился кризис в строительстве, вызванный неуправляемостью и хаотичностью застройки в сочетании со все увеличивавшимися масштабами строительства. Частные владельцы городских территорий препятствовали реализации «Плана урегулирования» 1880 г., повышая стоимость отчуждаемых земель. Были необходимы широкомасштабные преобразования города по заранее составленным планам.

В 1910 г. инженер Ф.Е. Енакиев и архитекторы Л.Н. Бенуа и М.М. Перетяткович в ини-

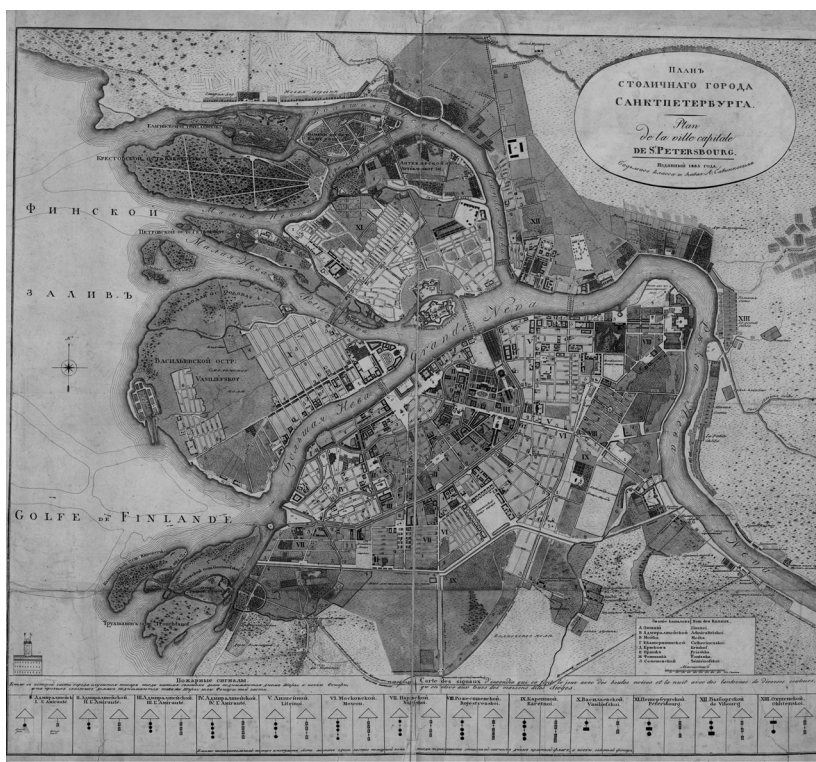


Рис. 2. Городской план Санкт-Петербурга 1835 г.
Fig. 2. City plan of St. Petersburg 1835

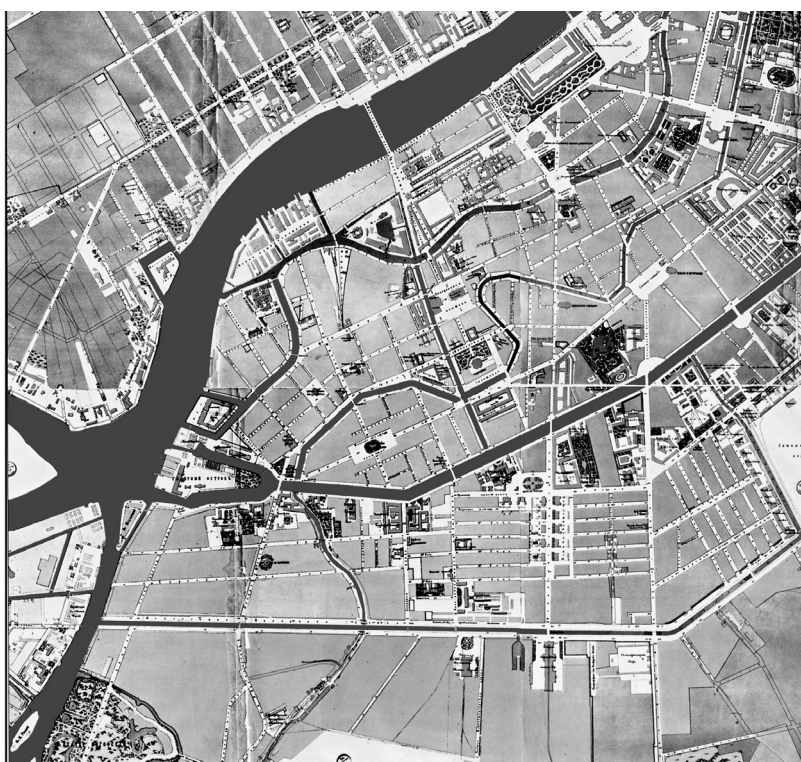


Рис. 3. План урегулирования Санкт-Петербурга 1880 г. Фрагмент
Fig. 3. Settlement Plan St. Petersburg 1880 fragment

циативном плане разработали «План преобразования Санкт-Петербурга». «... Основными положениями проекта были следующие: развитие города в северо-западном направлении, перенос промышленных предприятий в пригородные районы и пригородную зону, строительство в рабочих районах благоустроенных домов, ряд планировочных мероприятий в центре с целью урегулирования городского транспорта» [2, с. 109]. План преобразования Санкт-Петербурга предусматривал развитие города не только в северном, но и в восточном направлениях, так как и там находились более высокие, по сравнению с центром города, а потому более благоприятные для застройки территории (рис. 4). По этому предложению городские границы могли быть изменены в северном и восточном направлениях. Однако этот план преобразований не был утвержден ни на городском, ни на общероссийском уровнях и явился выдающейся градостроительной идеей, частично реализованной лишь позднее, в советское время.

К середине 1917 г. границы Петрограда в результате гигантских масштабов строительства в первое десятилетие XX в. продвинулись на север, частично в восточном направлении, вдоль Невы и в юго-западном направлении. Территория города составила к этому времени 105,4 км², а население – 2,3 млн. чел. [3, с. 111]. Эти изменения нашли отражение в Городском плане Санкт-Петербурга 1914 г. (рис. 5).

Изменения городских границ Петрограда – Ленинграда в 1920 – 1930-х гг.: причины и следствия

Несмотря на тяжелый для Петрограда период первых послереволюционных лет, когда население города в связи с переносом столицы в Москву в 1918 г., развалом промышленности и тяготами того времени уменьшилось с 2,5 млн. чел. (конец 1917 г.) до 722 тыс. чел. (1920 г.), архитектурно-градостроительная деятельность в нем сохранилась. Она была связана с творческими инициативами известных к тому времени зодчих Ивана Александровича Фомина (1872 – 1936) и Льва Александровича Ильина (1880 – 1942).

Уже в 1919 – 1920 гг. под руководством И.А. Фомина был разработан План зонирования Петрограда – градостроительный регулятор, который должен был определить характер и высоту будущей застройки города в зависимости от расположения к центру. По сравнению с предыдущим периодом этот план не предполагал существенного изменения городских границ. При определении мест будущего

жилищного строительства прежде всего учитывалась близость к промышленным предприятиям, а городские границы оставались без изменений.

На фиксационном плане Ленинграда 1925 г. городские границы были продвинуты в северном и восточном направлениях, что определялось восстановлением и естественным развитием города в первые послереволюционные годы. Решая первоочередные административные и экономические задачи, новая власть активно не вмешивалась в архитектурно-градостроительную деятельность, иногда прислушиваясь к рекомендациям специалистов.

В результате большой аналитической работы коллектив архитекторов-градостроителей под руководством Л.А. Ильина разработал к 1927 г. Основную схему развития Ленинграда (рис. 6), определившую основные векторы развития города в северо-восточном и юго-западном направлениях в единстве с прилегающими пригородными территориями, развитие промышленности предусматривалось вдоль Невы [3, с. 155]. Она явилась парадигмой развития города, во многом преемственной с предложениями Плана преобразования города Ф.Е. Енакиева и Л.Н. Бенуа, и в большой мере определила конфигурацию будущих городских границ.

Следующим шагом в определении границ социалистического Ленинграда стала разработка Эскизного проекта планировки Ленинграда с 1929 по 1933 гг. (рис. 7). В основе этого проекта лежали перспективы развития ленинградской промышленности, определенные планами Первой пятилетки, и необходимость резервирования новых территорий для промышленного и жилищного строительства. При этом были учтены векторы городского развития, представленные в Основной схеме развития Ленинграда 1927 г. В этот период, в связи с миграцией сельского населения, город стремительно разрастался, достигнув к 1933 г. численности 2,6 млн. чел. [2, с. 147]. Охватившая всю страну кампания «социалистической реконструкции» крупных промышленных городов, с учетом задач Первой пятилетки, требовала разработки Генеральных планов, которые бы определили градостроительные мероприятия на перспективу 10 – 25 лет.

Согласно обращению ЦК ВКП(б) и СНК СССР от 3 декабря 1931 г. «О жилищно-коммунальном хозяйстве Ленинграда», Ленинград (с Кронштадтом) был выделен из Ленинградской области в самостоятельный административно-хозяйственный центр (город республиканского подчинения). Городскому органу исполнительной власти – Ленсовету был подчинен Пригородный район Ленинградской области [3]. Площадь города увеличилась

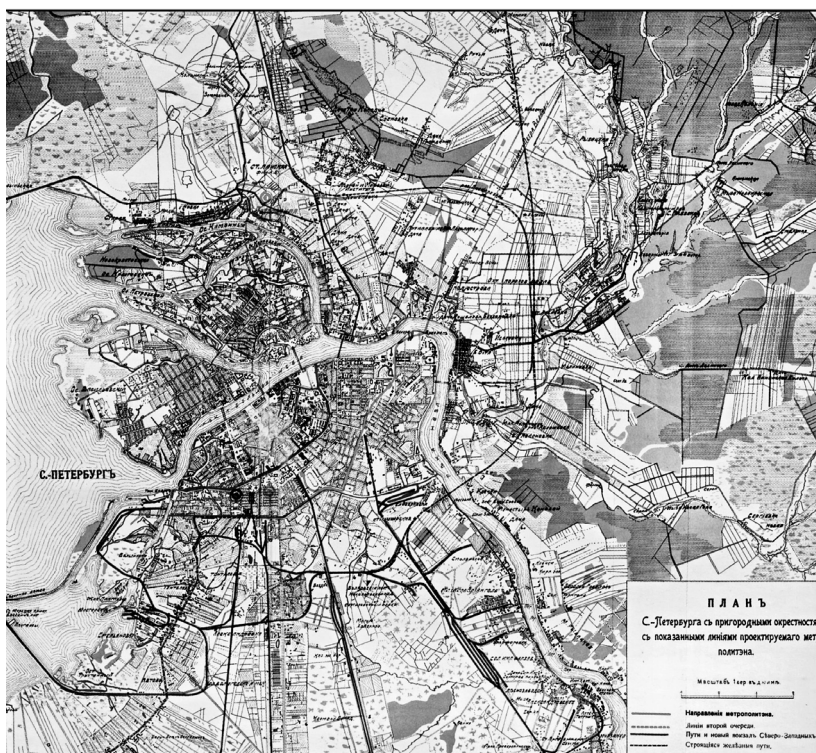


Рис. 4. План Санкт-Петербурга 1910 г. Бенуа – Енакиева
Fig. 4. Plan of St. Petersburg 1910 Benoit – Enakieva

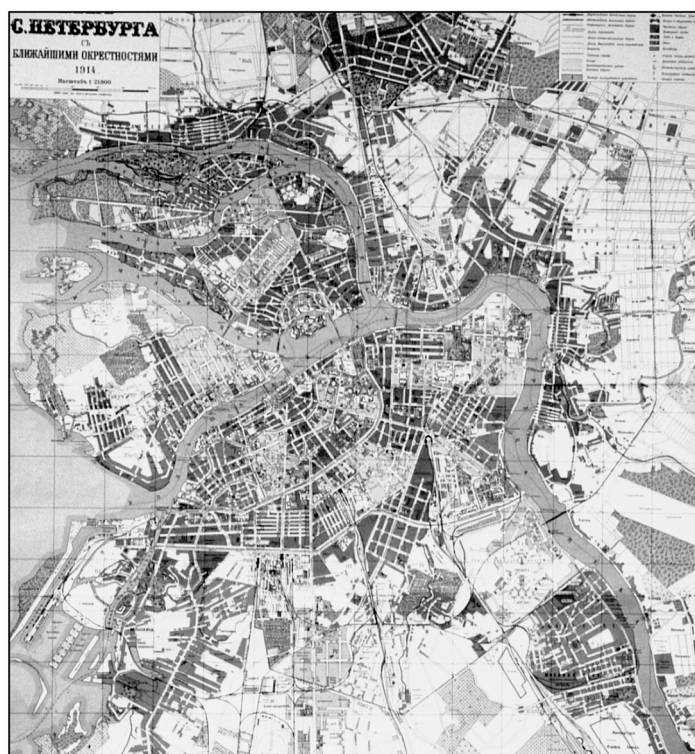


Рис. 5. Городской план Санкт-Петербурга 1914 г.
Fig. 5. City plan of St. Petersburg 1914

с 200 км² в 1925 г. до 290 км² в 1931 г., а население с 1, 614 млн. чел. в 1926 г. до 2,6 млн. чел. в 1933 г. [2, с. 147]. К началу 1933 г. коллектив архитекторов под руководством Л.А. Ильина разработал Эскизный проект планировки Ленинграда. Этот проект определил равномерное concentрическое развитие города с сохранением положения исторического центра и конфигурацию городских границ, определенную предыдущими наработками (рис. 7). В проекте были также намечены основные магистрали городского значения.

Однако к середине 1935 г. мнение городского руководства в отношении направлений будущего развития Ленинграда серьезно изменилось. Было принято волевое решение ограничить развитие города в северном направлении. В это время начали серьезно ухудшаться отношения СССР с Финляндией и было принято решение максимально отодвинуть границы города от государственной границы, проходившей по р. Сестре, приблизительно в 30 км от города.

В течение своей истории Санкт-Петербург – Ленинград неоднократно подвергался наводнениям. Это стало еще одной причиной административного решения о существенном развитии города в южном и юго-западном направлениях. Результатом этих административных решений, поддержанных московским руководством, стала переработка предыдущего проекта начала 1935 г.

Новая схема Генерального плана Ленинграда была разработана к концу 1935 г., утверждена партийным руководством Ленинграда, а в 1936 г. – ЦК ВКП(б) и СНК СССР. Конфигурация городских границ, по сравнению с Эскизными проектами 1933 и начала 1935 гг., серьезно изменилась (рис. 8). Следствием этого стало позднее освоение территорий южнее промышленного пояса под жилую застройку, развитие меридиональной магистрали Международной (ныне Московский) проспект и конкурсные предложения по перенесению нового городского центра в южную часть города.

В это же время произошли изменения в руководстве градостроительством Ленинграда. Л.А. Ильин – выдающийся архитектор-градостроитель был снят с должности без объяснения причин. Ему на смену пришел представитель другого поколения градостроителей – Николай Варфоломеевич Баранов (1909–1989), возглавивший городской орган архитектуры в последующие годы, вплоть до 1951 г. При его непосредственном участии были разработаны Генпланы развития Ленинграда 1939 и 1941 гг., в основе которых лежали идеи и принципы, заложенные в утвержденном Генплане 1935 г. (рис. 9). В соответствии

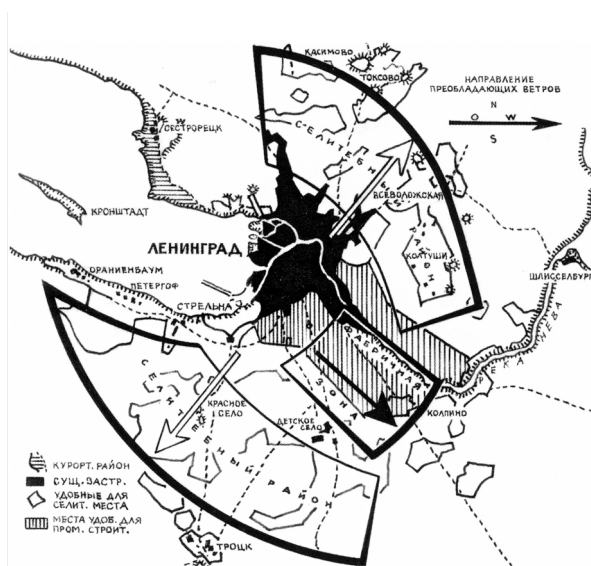


Рис. 6. Основная схема развития Ленинграда 1927 г. Л.А. Ильин
Fig. 6. The main development scheme of Leningrad 1927 L.A. Ilyin

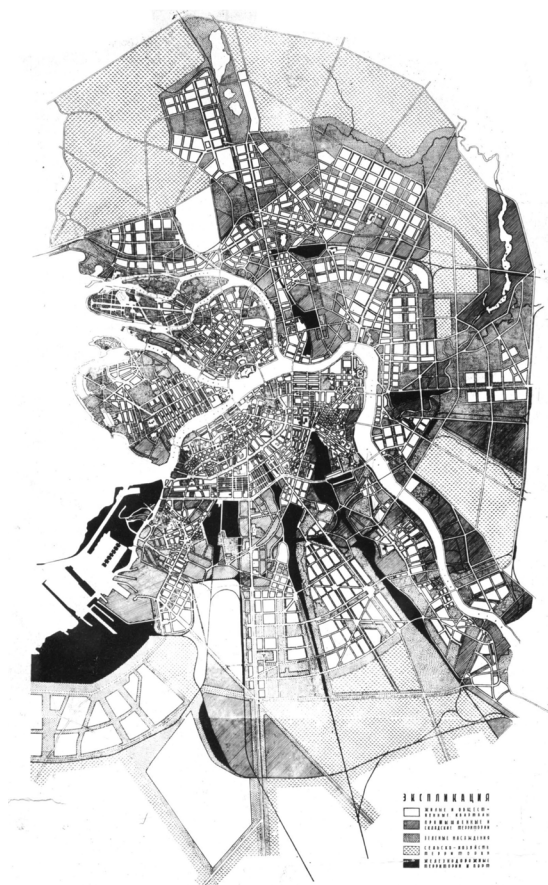


Рис. 7. Эскиз Генерального плана Ленинграда 1933 г.
Fig. 7. Sketch of the General Plan of Leningrad 1933

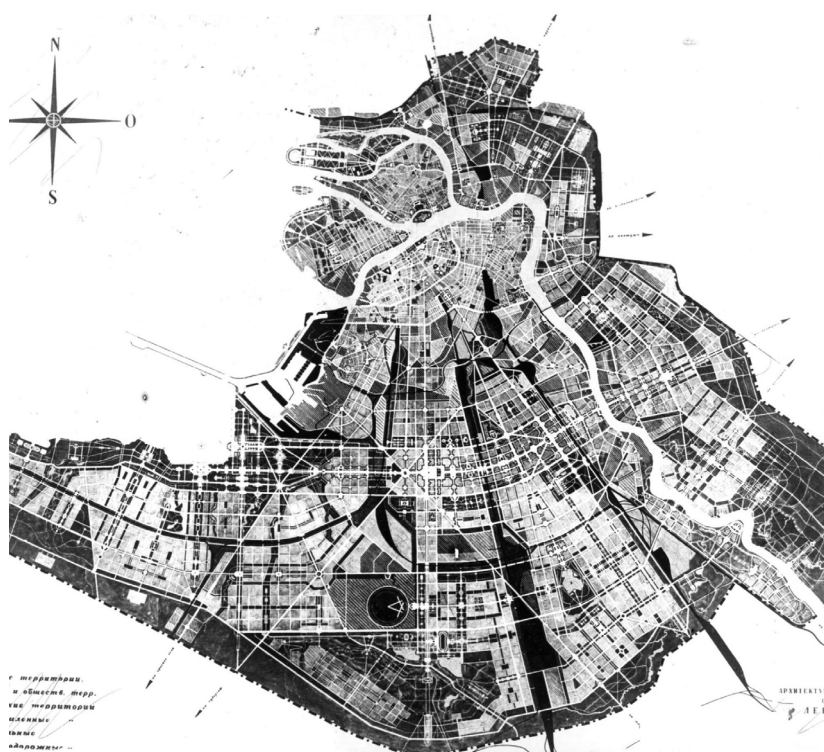


Рис. 8. Проект планировки Ленинграда, утвержденный в 1936 г.
Fig. 8. Leningrad planning project approved in 1936

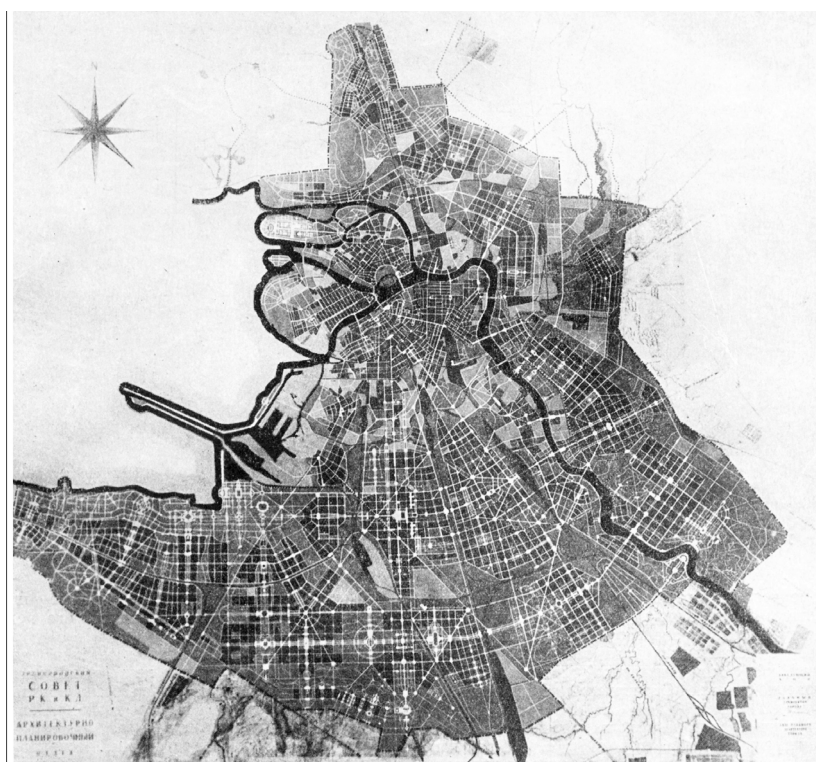


Рис. 9. Генплан Ленинграда 1939 г. Н.В. Баранов
Fig. 9. General Plan of Leningrad 1939 N.V. Baranov

с этими Генпланами город развивался до начала Великой Отечественной войны.

Реализация Генплана 1935 г. была рассчитана на 10 лет, и за предвоенную пятилетку удалось застроить лишь часть меридиональной магистрали городского значения – Международного (ныне Московского) проспекта, определить местоположение городского правительственного центра – Дома Советов и построить несколько жилых кварталов в южной части города и на правом берегу Невы.

Изменения городских границ в послевоенных Генпланах Ленинграда: этапы экстенсивного развития города по новым направлениям

Великая Отечественная война прервала архитектурно-градостроительную деятельность в Ленинграде. Однако уже с начала 1942 г., в условиях блокады, под руководством Н.В. Баранова началась разработка нового Генерального плана восстановления и развития Ленинграда. Необходимость разработки этого документа была вызвана тем, что в 1945 г. истек срок реализации Генплана 1935 г. и нужно было решать задачи восстановления города в послевоенный период. Южная часть города была прифронтовым районом, в результате чего наибольшие разрушения были именно там. В связи с этим Н.В. Баранову удалось убедить руководство города в необходимости послевоенного развития города в северо-западном направлении и его раскрытия в сторону Финского залива. Таким образом, предвоенная концепция развития города «От залива» была заменена на концепцию «К заливу». Эта концепция была положена в основу Генплана восстановления и развития Ленинграда, завершенного в 1948 г. (рис. 10). Генплан предусматривал преимущественное развитие города в северном и северо-восточном направлениях и ограниченное развитие на юг. Согласно этому Генплану, городские границы были существенно изменены.

В 1951 г. Н.В. Баранов был необоснованно обвинен по «ленинградскому делу», снят с должности Главного архитектора и вынужден уехать из Ленинграда. Главным архитектором города был назначен Валентин Александрович Каменский (1907 – 1975). На этом посту он проработал до 1971 г. В данный период при его непосредственном участии было разработано несколько вариантов Проектов планировки Ленинграда, в основе которых лежала концепция городского развития «К заливу». Согласно этим проектам, городские границы были изменены как в северной, так и в восточной частях города. Так, проект планировки Ленинграда

1949 – 1959 гг. предусматривал развитие города в восточном направлении, ограниченное развитие в северо-западном и южном направлениях. Административный центр было решено оставить в исторической части города. Южной границей города была определена окружная железная дорога (рис. 11).

Директивы семилетнего плана развития народного хозяйства требовали новых территорий как для промышленного, так и для жилищного строительства. Поэтому в корректуре Проекта планировки 1950 г., выполненной в 1959 г., было предусмотрено активное развитие города в северном, северо-восточном и юго-западном направлениях. Это развитие осуществлялось за счет использования территорий пригородных совхозов для жилой и частично промышленной застройки.

На рис. 11 показаны изменения городских границ по проектам планировки Ленинграда 1930 – 1950-х гг. К 1959 г. территория Ленинграда составляла 510 км², население – 3, 321 млн. чел. В конце 1950 – начале 1960-х гг., в целях разукрупнения Ленинграда, под руководством В.А. Каменского разрабатывалась система городов-спутников. Были также определены границы Пригородной зоны, административно подчиненной Ленинграду. Это явилось важным шагом к формированию Ленинградской агломерации.

Изменения городских границ по Генеральному плану развития Ленинграда 1966 г.

Важным этапом градостроительной деятельности в Ленинграде в середине 1950-х гг. стала разработка Генерального плана развития Ленинграда, утвержденного в 1966 г. (рис. 12). Срок реализации Генплана был определен в 20 лет, т. е. к концу 1985 г.

Госплан СССР определил численность населения Ленинграда с административно подчиненными городу районами в 4 млн.чел. В связи с этим к концу реализации этого Генплана было необходимо построить жилищный фонд, составляющий 52,5 млн. м², при том что жилая площадь города к началу 1966 г. составляла лишь 25,8 млн. м² [4, с. 10]. По существу, следовало построить еще второй такой же город Ленинград...

Для определения границ города коллективом архитекторов-градостроителей под руководством В.А. Каменского был проведен анализ территориальных резервов города, необходимых для осуществления отмеченного широкомасштабного жилищного строительства. Анализ показал отсутствие резерва территорий в южном направлении, а имевшийся резерв



Рис. 10. Генплан восстановления и развития Ленинграда 1948 г.
Fig. 10. General plan for the restoration and development of Leningrad 1948

в юго-восточном направлении в значительной степени использовался потребностями уже существовавших промышленных предприятий [5, с. 11]. Стало ясно, что для размещения нового жилищного строительства северо-западное и юго-западное направления развития города вдоль берега Финского залива должны были получить преимущественное значение [5, с. 14].

Исходя из баланса территориальных резервов Ленинграда, границы дальнейшего развития города были определены Генеральным планом 1966 г. следующим образом (см. рис. 12):

- в западном направлении предполагался намыв территорий в западной части Васильевского острова с урегулированием р. Смоленки, что было осуществлено к середине 1980-х гг.;

- в юго-западном направлении расширение границ предполагалось путем намыва и инженерной подготовки территорий вдоль южных берегов Финского залива до границы с дворцово-парковым комплексом Стрельны;

- в южном направлении городская граница должна была остаться без изменений;



Рис. 11. Схема изменения городских границ Ленинграда в 1930 – 1960-х гг.
Fig. 11. Scheme of changing the city borders of Leningrad in the 1930s – 1960s.



Рис. 12. Генплан 1966 г. Схема зонирования
Fig. 12. 1966 Plot Plan Zoning Scheme

- в юго-восточном и восточном направлениях границы города предполагалось расширить вдоль берегов Невы;

- в северо-западном направлении границу города предполагалось расширить вдоль северо-западного берега Финского залива до поселка Ольгино.

Решение последней задачи было связано с защитой города от наводнений и строительством защитной дамбы. Эти показатели определили конфигурацию городских границ, планировочную структуру и зонирование Генерального плана 1966 г. (см. рис. 12) [6]. До середины 1980-х гг. городские границы не менялись и внутри их происходило экстенсивное освоение территорий для жилищного и промышленного строительства частично за счет сельскохозяйственных, частично за счет озелененных территорий.

Стабилизация городских границ в Генеральном плане развития Ленинграда и области 1987 – 2005 гг.

Срок реализации Генплана 1966 г. завершился в середине 1980-х гг. По инициативе руководства Ленинграда и Ленинградской области была начата разработка нового Генерального плана совместного развития этих двух субъ-

ектов РСФСР. В сентябре 1987 г. «Генплан развития Ленинграда и Ленинградской области» был утвержден специальными Партийно-правительственными Постановлениями (рис. 13). Срок его реализации был утвержден до 2005 г. По существу, это был план агломерации города и области, что привело к существенному изменению городских границ. Эти границы предполагалось сохранить до 2005 г.

После 1991 г., в связи с появлением Ленинградской области в качестве самостоятельного субъекта РФ, границы Санкт-Петербурга были скорректированы и переутверждены в составе Генерального плана города 2005 – 2025 гг. Таким образом, кардинальные социально-политические изменения 1991 г. привели лишь к незначительному изменению городских границ Санкт-Петербурга, которые сохраняются вплоть до настоящего времени. Однако сохраняются проблемы пограничных территорий города и области, касающиеся мест проживания и приложения труда жителей этих территорий, транспортной и социальной инфраструктур.

В настоящее время между администрациями Санкт-Петербурга и Ленинградской области ведется работа по формированию Санкт-Петербургской агломерации [7]. Ее внешние границы внутри территорий Ленинградской области и вне города Санкт-Петербурга будут опреде-



Рис. 13. Генплан Ленинграда и области 1987 – 2005 гг.
Fig. 13. General Plan of Leningrad and the region 1987–2005

ляться зонами и направлениями интенсивной урбанизации города, влияния города на территорию области и расстояниями 1,5-часовой транспортной доступности для ежедневных маятниковых многофакторных миграций населения [8]. Уточнение границ города Санкт-Петербурга и Санкт-Петербургской агломерации

будет непростым процессом, в силу различия социально-экономических интересов города и области, и может стать лишь в среднесрочной перспективе результатом множественных согласований между руководителями этих субъектов (рис. 14). Эта работа пока далека от завершения.

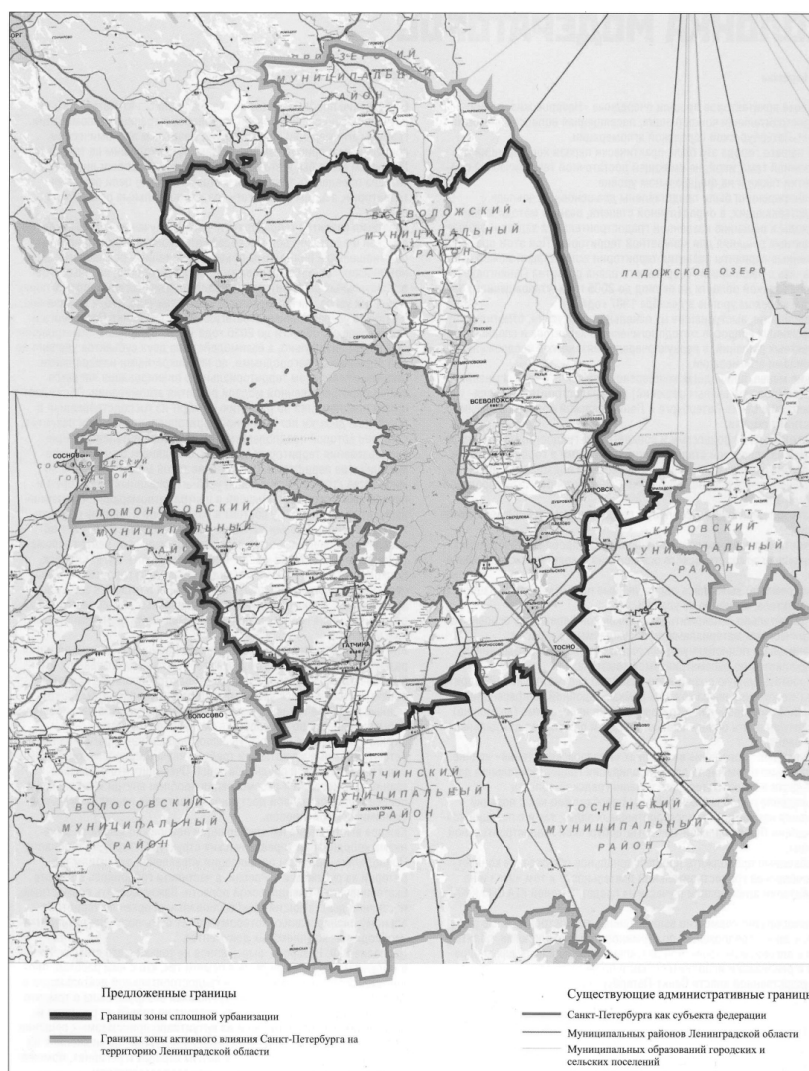


Рис. 14. Схема агломерации Санкт-Петербурга и Ленинградской области
Fig. 14. Agglomeration diagram of St. Petersburg and Leningrad Oblast

Вывод. Причиной эволюции городских границ в XIX – начале XX в. было практически нерегулируемое эволюционное расширение городских территорий для размещения жилых функций. Следствием этого стало расползание городских территорий во всех направлениях, кроме западного (территорий Финского залива).

В советский период (1918 – 1991 гг.) складывались основы правового и градостроительного регулирования, основанные на государственной собственности на территории и недвижимость. На эти процессы накладывались директивы местного партийного руководства, зачастую не подкрепленные проектно-проработками. Начиная с 1920-х гг. возобладала точка зрения профессионалов о необходимости формирования городских границ Ленинграда с учетом развития при-

тельного регулирования, основанные на государственной собственности на территории и недвижимость. На эти процессы накладывались директивы местного партийного руководства, зачастую не подкрепленные проектно-проработками. Начиная с 1920-х гг. возобладала точка зрения профессионалов о необходимости формирования городских границ Ленинграда с учетом развития при-

городных территорий города, т. е. с учетом агломерационных тенденций. В постсоветский период, в связи с кардинальными социально-экономическими изменениями в стране, необходимы поиски конфигурации границ Санкт-Петербургской агломерации в системе Ленинградской области с учетом существующих и выявленных ограничений и сложившихся транспортных коридоров. Это, в свою очередь, будет способствовать устойчивому и эффективному развитию и хозяйственному использованию градостроительно освоенных территорий города и области.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Санкт-Петербург. Планы и карты. СПб.: ЗАО «Карта» ЛТД, 2004. 120 с.
2. Ершова С.А. Генеральные планы Санкт-Петербурга. 1703–2013 гг. СПб.: Питер.ру, 2014. 500 с., ил.
3. Бусырева Е.П. Лев Ильин. СПб.: ГМИ СПб., 2008. 256 с.; ил.
4. Каменский В.А. Ленинград. Генеральный план развития города. Л.: Лениздат, 1972. 191 с., ил.
5. Каменский В.А., Наумов А.И. Ленинград. Градостроительные проблемы развития. Л.: Стройиздат, 1973. 360 с., ил.
6. Семенов С.В. Градостроительное развитие Ленинграда в 1957–1965 годы // Вестник гражданских инженеров. 2008. № 1 (14). С. 11–16.
7. Батчаев А.Р. Выявление специфики развития Санкт-Петербургской агломерации в контексте положений документов стратегического планирования Санкт-Петербурга и Ленинградской области // Архитектурный Петербург. 2017. № 6 (49). С. 8–11.

Об авторе:

ВАЙТЕНС Андрей Георгиевич

доктор архитектуры, профессор
кафедры градостроительства,
член Союза архитекторов России, Советник РААСН
Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет
190005, Россия, г. Санкт-Петербург,
ул. 2-ая Красноармейская, 4
E-mail: vaytens@lan.spbgasu.ru

8. Садикова И.Б. Открытие агломерации. Видение и позиции Санкт-Петербурга по отношению к городской агломерации // Архитектурный Петербург. 2017. № 6 (49). С. 12–16.

REFERENCES

1. *Sankt-Peterburg. Plany i karty* [St. Petersburg. Plans and maps]. St. Petersburg, ZAO Karta LTD, 2004. 120 c.
2. Ershova S.A. *General'nye plany Sankt-Peterburga. 1703–2013 gg.* [Ershova S.A. Master plans of St. Petersburg. 1703–2013]. St. Petersburg, Piter.ru, 2014. 500 p.
3. Busyreva E.P. *Lev Il'in* [Lev Ilyin]. St. Petersburg, GMI SPb, 2008. 256 p.
4. Kamensky V.A. *Leningrad. General'nyj plan razvitiya goroda* [Leningrad. City Master Plan]. Leningrad, Lenizdat, 1972. 191 p.
5. Kamensky V.A., Naumov A.I. *Leningrad. Gradostroitel'nye problemy razvitiya* [Leningrad. Urban development problems]. Leningrad, Stroyizdat, 1973. 360 p.
6. Sementsov S.V. Urban development of Leningrad in 1957–1965. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov* [Bulletin of Civil Engineers], 2008, no. 1 (14), pp. 11–16. (in Russian)
7. Batchaev A.R. Identifying the specifics of the development of the St. Petersburg agglomeration in the context of the provisions of the strategic planning documents of St. Petersburg and the Leningrad Region. *Arhitekturnyj Peterburg* [Architectural Petersburg], 2017, no. 6 (49), pp. 8–11. (in Russian)
8. Sadikova I.B. Opening of agglomeration. Vision and position of St. Petersburg in relation to the urban agglomeration. *Arhitekturnyj Peterburg* [Architectural Petersburg], 2017, no. 6 (49), pp. 12–16. (in Russian)

VAYTENS Andrey G.

Doctor of Architecture, Professor of the Urban Planning
Chair
Saint Petersburg State University of Architecture and Civil
Engineering
190005, Russia, Saint Petersburg,
2d Krasnoarmeyskaya str., 4
E-mail: vaytens@lan.spbgasu.ru

Для цитирования: Вайтенс А.Г. Эволюция городских границ Санкт-Петербурга – Ленинграда (конец XIX – XX вв.): причины и следствия // Градостроительство и архитектура. 2024. Т. 14, № 1. С. 93–105. DOI: 10.17673/Vestnik.2024.01.11.

For citation: Vaytens A.G. Evolution of the City Borders of St. Petersburg – Leningrad (End of 19th – 20th Centuries): Causes and Consequences. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2024, vol. 14, no. 1, pp. 93–105. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2024.01.11.

Т. В. ВАВИЛОНСКАЯ
Ф. В. КАРАСЕВ

ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ОБЪЕКТА КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ РЕГИОНАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ «ГОСТИНИЦА "ЦЕНТРАЛЬНАЯ". МОДЕРН» ДЛЯ СОВРЕМЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

ADAPTATION OF A CULTURAL HERITAGE OBJECT OF REGIONAL IMPORTANCE
"CENTRAL HOTEL". MODERN» FOR MODERN USE

В статье дано описание объемно-планировочного решения здания и пообъектного состава объекта культурного наследия регионального значения «Гостиница "Центральная". Модерн». Приведена историческая справка и проанализированы архивные изображения домовладения, планировочного решения и фасадов гостиницы, благодаря которым выявлены три основных исторических этапа реконструкции здания. Сделан акцент на том, что реконструкцию фасадов здания на момент 1910–1912 гг. можно считать наиболее ценной с позиций архитектуры и градостроительства. Дана программа приспособления рассматриваемого здания с описанием сохранившихся элементов отделки, декора интерьеров и предложений по их дальнейшей реставрации и использованию. Сделано утверждение о продолжении разработки научно-проектной документации с использованием программы приспособления объекта культурного наследия как основания для дальнейшего проведения работ.

Ключевые слова: гостиница, здание, домовладение, реконструкция, приспособление, фасад, интерьер, тип покрытия полов

The article describes the space-planning solution of the building and the object composition of the object of cultural heritage of regional significance "Hotels Central. Modern". A historical reference is given and archival images of the household, the planning solution and the facades of the hotel are analyzed, thanks to which three main historical stages of the reconstruction of the building are identified. The emphasis is placed on the fact that the reconstruction of the facades of the building at the time of 1910–1912 can be considered the most valuable from the standpoint of architecture and urban planning. The program of adaptation of the building under consideration is given with a description of the preserved elements of decoration, interior decoration and proposals for their further restoration and use. A statement was made about the continuation of work on the development of scientific and design documentation using the developed window adaptation program.

Keywords: hotel, building, household, reconstruction, adaptation, facade, interior, type of flooring

Рассматриваемый объект культурного наследия регионального значения «Гостиница "Центральная". Модерн» расположен на территории исторического центра города Самары по адресу: ул. Фрунзе, 91/ ул. Ленинградская, 37. Здание служит угловым акцентом исторического квартала № 39. В настоящее время по данному адресу расположены: офис управляющей компании гостиницы на пятом этаже, на первом этаже – предприятия общественного питания и торговые помещения.

Здание имеет два главных фасада в стиле эклектики с отдельными элементами модерна, что позволяет отнести объект к поздней эклектике, которая испытывала влияние модерна (рис. 1). Скошенный угол здания акцентирован балконами с металлическим ограждением на высоте трех-пяти этажей и аттиком полукруглой формы. Здание пятиэтажное с подвалом,

выполнено из полнотелого красного кирпича на известковом растворе, с различной поэтажной отделкой фасадов.

Литера А – собственно гостиница (последнее наименование: отель «Азимут», в настоящее время не используется по своему прямому назначению, помещения законсервированы. Бывшие помещения гостиницы расположены на всех пяти этажах здания. 1-й этаж – оштукатурен, частично облицован глазурованной керамической плиткой (имеются значительные утраты плитки), большие окна-витрины. 2-й этаж – оштукатурен под каменный руст, окна с полуциркульным завершением. 3–4-й этажи – оштукатурены, облицованы глазурованной плиткой, в простенках между окон – орнамент из разноцветной плитки, в настоящее время покрашен в тон стен. Прямоугольные высокие окна, акцентированы тянутыми наличниками,



Рис. 1. Главный фасад литеры А со стороны ул. Фрунзе и ул. Ленинградской
Fig. 1. The main facade of letter A from the side of st. Frunze and st. Leningrad

сандриками. 5-й этаж – надстроен в 1910-х гг., оштукатурен, окна лучковые, высота помещений значительно ниже остальных этажей. Предположительно отделка фасада была выполнена с применением формованного алебаstra.

Литера А образует замкнутый двор-колодец, который имел значение парадного двора и был связан с ул. Фрунзе сквозным проездом, проходящим далее в хозяйственный двор. Литера А обладает историко-культурной ценностью.

Литера Б – трехэтажный пристрой Г-образной формы к гостинице «Центральная», образующий замкнутое пространство хозяйственного двора, являющийся исторической застройкой. Здесь ранее располагались выезды. Через арку хозяйственный двор был связан с парадным двором, вокруг которого группировались помещения собственно гостиницы. Литера Б не имеет самостоятельной высокой историко-культурной ценности, но является неотъемлемой частью комплекса городской усадьбы.

Итак, *пообъектный состав памятника включает две литеры А и Б, являющиеся исторической застройкой и представляющие собой гостиницу «Центральная»* (рис. 2, 3).

Первые упоминания о домовладении и строениях датируются 1858 г., когда оно принадлежало самарскому мещанину Романову (или Ипполитову), а затем было приобретено самарским купцом 2-й гильдии А. И. Половцовым, который владел им с 1870-х до середины 1890-х гг. В этот период усадьба активно перестраивалась. Участок имел прямоугольную форму и размеры: 20 саженей в длину и 11 2/3 – в ширину. К 1898 г. на нем находились: каменный двухэтажный дом с подвалом и полукаменный дом в два этажа, по ул. Панской – деревянная нежилая служба и по южной границе участка деревянные службы, во дворе полукаменный двухэтажный дом с надворными службами [1].

С 1900 по 1910 гг. усадьба принадлежала самарскому купцу П.Ф. Гудкову. В 1905 г. угловое здание реконструировали в стиле эклектики.

В доме были открыты *коммерческие номера*. В 1906 г. в здании проведено электрическое освещение и открыта гостиница «Метрополь» [1].

В 1910-х гг. дом приобрел самарский купец В. М. Сурошников, гласный Самарской городской думы, потомственный почетный гражданин г. Самары, и подверг его переустройству: мансардный этаж был достроен до пятого этажа, парапет убран, вместо люнет на угловой башне появились окна. Архитектор (к сожалению, имя его неизвестно) создал гармоничный облик здания, соответствующий назначению гостиницы. В апреле 1911 г., когда здание стало принадлежать М. А. Сурошниковой, здесь открыли магазины, ресторан и номера для приезжающих. В 1912 г. открылась *гостиница «Националь»*. В 1919 г. здание муниципализировали [1].

Проведенные архивные исследования [2], натурные работы и сравнительный анализ фотографических изображений объекта в проекте (рис. 3, 4), в результате его реализации и поздних реконструкций, позволяет судить о том, что первоначальный облик фасадов здания значительно изменен в уровне объемно-планировочного решения пятого этажа и угловой части, утрачены балконы, ориентированные на ул. Ленинградскую и ул. Фрунзе, изменена часть проемов в уровне первого этажа.

Было выделено три исторических этапа реконструкции здания:

1) **1905–1906 гг.** Характеризуется тем, что мансардный этаж имел вид ряда слуховых окошек с полуциркульным завершением и был выполнен, вероятно, в деревянных конструкциях. Лифтовых шахт на кровле ещё не было. Венчающий карниз имел выразительный рисунок и был снабжен, скорее всего, модульонами. Мансардные окошки имели вид высоких люнет благодаря циркульному завершению, покоящемуся на колонках, фланкирующих низкий оконный арочный проем. В угловом и боковом куполах располагались люкарны, украшенные в духе барокко. В уровень купола вышли люнеты. С фаса-

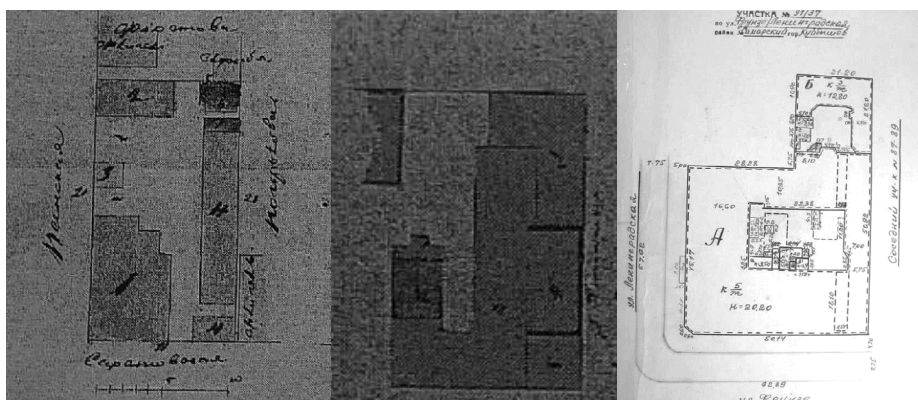


Рис. 2. Генплан домовладения. 1870-е, 1900-е, 1980-е гг.
Fig. 2. General Plan of Home Ownership. 1870s, 1900s, 1980s.



Рис. 3. Архивные чертежи литер А и Б. 1905 г.
Fig. 3. Archival drawings of letters A and B. 1905

дов были убраны балконы. Угловой центральный купол имел вытянутую вверх форму, в центральной части каждой из его сторон размещались витражи с близким к квадрату модулем.

2) **1910–1912 гг.** Переустройство заключалось в следующем: мансардный этаж был перестроен в камень и получил вид пятого этажа, парапет убран, вместо люнет на угловой башне появились окна. На крышу вышла лифтовая шахта. Венчающий карниз, над которым возвышались мансардные окошки, превращен в широкую фризную ленту. Вместо люкарн в уровень углового купола вышли люнеты. На главных фасадах были демонтированы все балконы, кроме тех что находятся в скошенной угловой части здания.

3) **1915 г.** Ознаменовал себя следующими преобразованиями: убран купол угловой башни, пятый этаж был декорирован в стиле модерн и получил вид пластичного парапета здания. В этом виде здание дошло до наших дней.

Сравнительный анализ архивных фотографий 1906 – 1915 гг. (рис. 4) показал, что здание изменяло свой вид преимущественно в части пятого, мансардного, этажа и решения кровли [2, 3]. Можно считать, что скатная кровля в сочетании с парапетной стенкой в угловой части здания не позволяет рационально организовать водосток и приводит к постепенному разрушению главных фасадов объекта культурного наследия [4]. Кроме того, реконструкция 2015 г. имела достаточно утилитарный характер, благодаря этой реконструкции здание утратило купольные завершения, что существенно снизило градостроительную роль памятника.

Исследование показало, что возвращение здания к первоначальному виду нецелесообразно в связи с необходимостью демонтажа каменного пятого этажа и его замены деревянной мансардой. В связи с этим *реконструкцию фасадов здания на момент 1910-1912 гг. можно*

считать наиболее ценной с позиций архитектуры и градостроительства [5].

Здание изначально имело жилую функцию и было создано как доходный дом в 1987 г., или, как бы сейчас сказали, – многоквартирный жилой дом. Только в начале XX в. постройка была переоборудована в гостиницу. В связи с этим возврат жилой функции не только возможен, но и исторически обоснован. Возвращение функции жилого дома сопряжено с необходимостью восстановления балконов, существовавших на момент реконструкции 1905–1906 гг. Именно эти детали фасада, придающие ему пластичный и одновременно жилой вид, могут быть возвращены в рамках проведения реставрационных работ на объекте.

В целях приспособления здания под жилую функцию, под руководством авторов статьи был разработан архитектурный эскиз (рис. 5), по которому предполагается вернуть главным фасадам балконы, которые существовали в 1905–1906 гг. Купольное завершение здания решено воссоздать на момент 1910–1912 гг., когда ранее существовавшая деревянная мансарда была заменена полноценным этажом в капитальных стенах.

Кроме того, предполагается вернуть зданию его некогда существовавший живописный силуэт с тремя куполами: угловым восьмигранным ребристым полусферическим куполом с вазоном и тремя люнетами над высокими арочными окнами и декоративным шахмат-

ным рисунком покрытия; двумя лотковыми куполами над боковыми крыльями здания с люкарной по длинной стороне, двумя шпильками и верхней декоративной решеткой каждый.

Лотковые купола в духе ренессансных традиций выделяли центральные ризалиты каждого из главных фасадов здания – с ул. Ленинградской и с ул. Фрунзе.

Простые и утилитарные фасады здания со стороны двора будут приспособлены к жилой функции и снабжены балконами.

Пространственно-планировочная структура интерьеров предполагает сохранение местоположения капитальных стен и опор. Необходимо также сохранить двухсветный объем зала ресторана в уровне двух-трех этажей.

Конструктивные элементы, которые требуют обязательного сохранения: несущие и ограждающие стеновые конструкции из полнотелого красного кирпича на известковом растворе; своды Монье [6], сохранившиеся над помещениями № 2,3,4,21,36 в подвале здания (рис. 6). Наличие сводов Монье над остальными помещениями подвальной части объекта требует уточнения в ходе выполнения вскрышных работ.

В здании имеется четыре лестницы. Две лестницы – с кованым ограждением в духе модерна (парадная и главная, служившая ранее для входа в ресторан), одна – с витыми коваными балясинами в духе эклектики, вторая – трехмаршевая утилитарная лестница. Из четырех сохранившихся лестниц только три представ-



Рис. 4. Архивные фотографии. 1906–1915 гг.
Fig. 4. Archival photos. 1906–1915.

ляют ценность и могут быть использованы в дальнейшем (см. рис. 6):

- **центральная (парадная) трехмаршевая лестница** с покрытием площадок метлахской плиткой с цветочным орнаментом в духе модерна (предположительно изготовленная немецкими мастерами) и кованая металлическая решетка ограждения лестницы с рисунком в виде регулярной сетки и крупным накладным растительным декором из полосы, материал перил – дерево (предположительно дуб);

- **главная двухмаршевая лестница ресторана** с покрытием площадок метлахской плиткой, с кованым ограждением, в котором прослеживается солярная символика трехлучия, материал перил – дерево;

- **служебная двухмаршевая лестница** с кованым ограждением в виде отдельных витых балясин из полосы, материал перил – дерево.

Кроме того, в здании сохранилось три приямка с наружными лестницами, ведущими в подвальную часть здания: два – со стороны ул. Ленинградской и один – со стороны ул. Фрунзе.

В интерьерах ценных элементов сохранилось немного, наибольшую ценность представляют фрагментарно уложенные паркет и метлахская плитка. Также ценность представляет декоративное оформление бывшего зала ресторана, арочные проемы которого во втором уровне заложены, а по периметру выполнена металлическая балка, которая должна была поддерживать антресоль. Идея с антресолью



Рис. 5. Архитектурный эскиз реставрации фасадов рассматриваемого объекта
Fig. 5. Architectural sketch of the restoration of the facades of the object in question

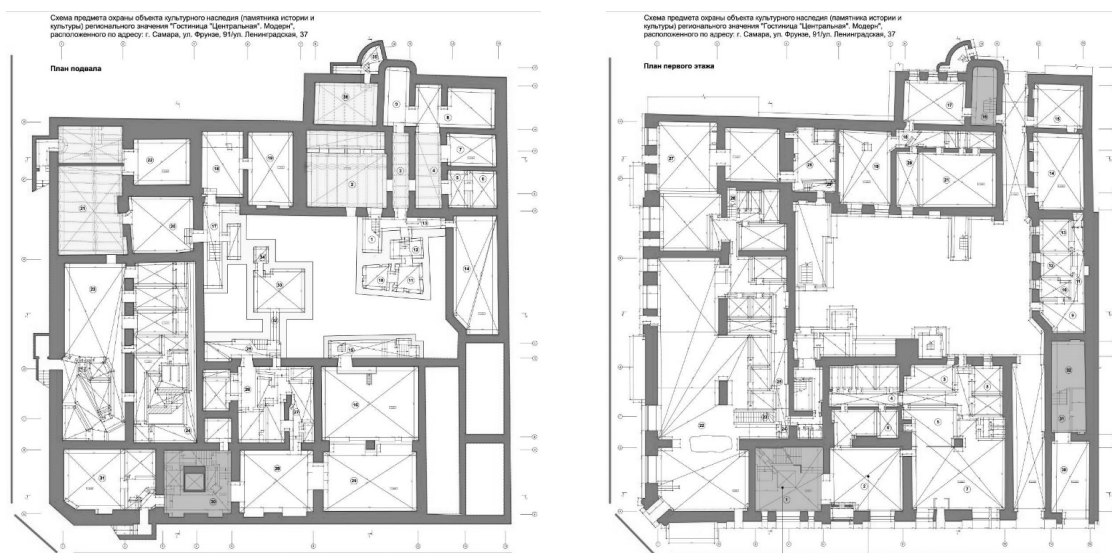


Рис. 6. План подвала и первого этажа с обозначением предмета охраны: фасадов, несущих конструкций стен, лестниц и сводов Монье
Fig. 6. The plan of the basement and the first floor with the designation of the subject of protection: facades, load-bearing structures of walls, stairs and arches of Monier

не была реализована ввиду нарушения ею конструктивной целостности здания. К архитектурно-художественному оформлению интерьеров можно отнести: деревянные кассетированные потолки с розетками, пилястры и висячие лопатки, эллиптические арки с лепным растительным декором в бывшем зале ресторана; октаграмму (восьмиугольник) на потолке вестибюля; тянутые потолочные карнизы в вестибюле; первоначальные материал, цвет и декор лифтовых перегородок центрального лифта со стеклянными вставками; первоначальный рисунок лифтовой перегородки с заполнением матированным стеклом с растительным узором в стиле модерн (образец сохранился на главном лестничном марше в уровне пятого этажа (рис. 7).

Кассетированные потолки ресторана хорошо сохранились и могут быть восстановлены (рис. 8). Остальные декоративные элементы ресторана также могут быть восстановлены (пилястры, фриз, декоративные балкончики). Однако существовавшие в уровне второго этажа четыре сквозные арки заложены и их раскрытие может нарушить целостность конструкции. Рекомендуется их оставить в виде ниш.

Полы в части помещений общего пользования и части номеров гостиницы отделаны темным дубовым паркетом с явно выраженной брутальной фактурой. Первоначальный рисунок отделки полов фактурным дубовым паркетом имеет несколько типов (рис. 9):

- тип 1 – «простые квадраты», выложенные под углом 45° относительно друг друга и плоскости стен, планки, число планок внутри квадрата 2-3, ширина планок различается;
- тип 2 – «простые ромбы», представляющие собой сочетание ромбовидных и трапеци-

видных планок различной ширины, составляющих вместе узор в виде шестиконечной звезды;

- тип 3 – «простая елочка», планки паркета укладываются под углом 45° друг к другу, образуют зигзаг и имеют близкую ширину;

- тип 4 – «сложные ромбы», складывающиеся в плетеный орнамент из ромбовидных и прямоугольных планок различной ширины, имеющий стереометрический эффект;

- тип 5 – «сложная елочка», где широкие, часто не разделённые планки образуют переплетение;

- тип 6 – «сложные квадраты», представляющие собой паркет, уложенный под 45° относительно плоскости стены, квадраты собраны из одной-трех планок. Ограничивающие квадрат планки уложены под углом 90° относительно стены;

- тип 7 – «остроконечные ромбы», планки разной ширины, составляющие вместе сильно остроконечный ромб, уложены в разных направлениях относительно друг друга.

В разных помещениях рисунок паркета различается.

В рисунке и цвете метлахской плитки можно выделить следующие типы:

- тип 1 – квадратная плитка с контрастным цветочным орнаментом в духе модерна;

- тип 2 – сочетание крупного светлого шестигранника и темных малых квадратов;

- тип 3 – сочетание одинаковых по размеру темных и светлых шестигранников с меандровой каймой;

- тип 4 – сочетание темных и светлых шестигранников с мелкими терракотовыми квадратами и меандровой каймой или геометрическим рисунком;

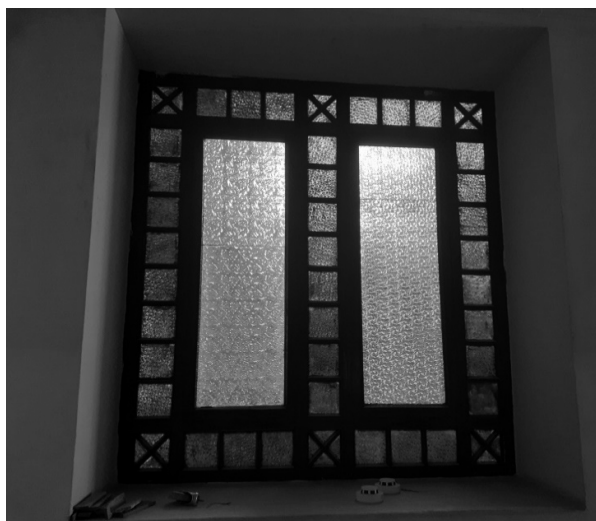


Рис. 7. Витраж между лестницей и коридором; фрагмент первоначальной лифтовой перегородки
Fig. 7. Stained glass window between staircase and corridor; fragment of the original elevator partition

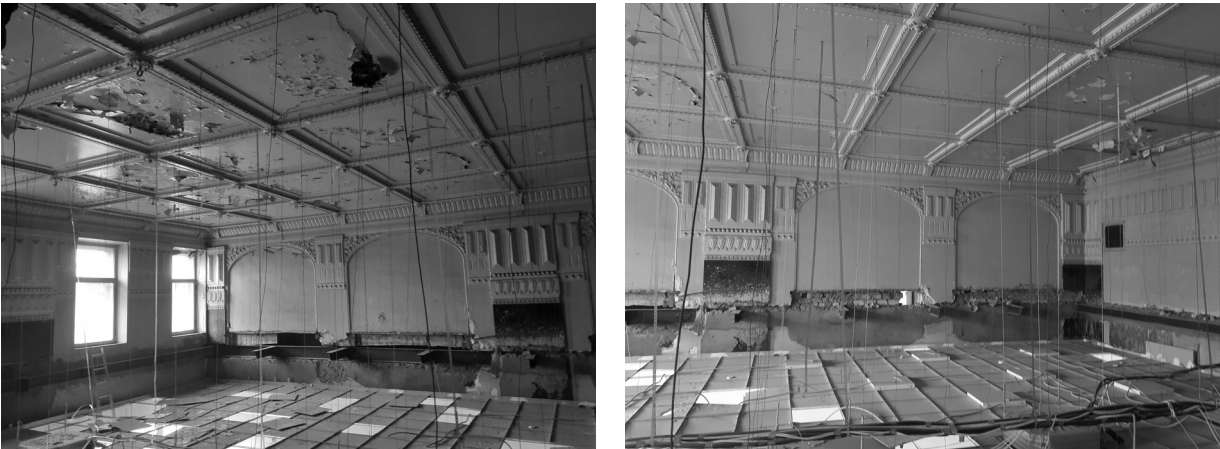


Рис. 8. Лепной декор стен и потолков помещения ресторана
Fig. 8. Stucco decoration of the walls and ceilings of the restaurant room

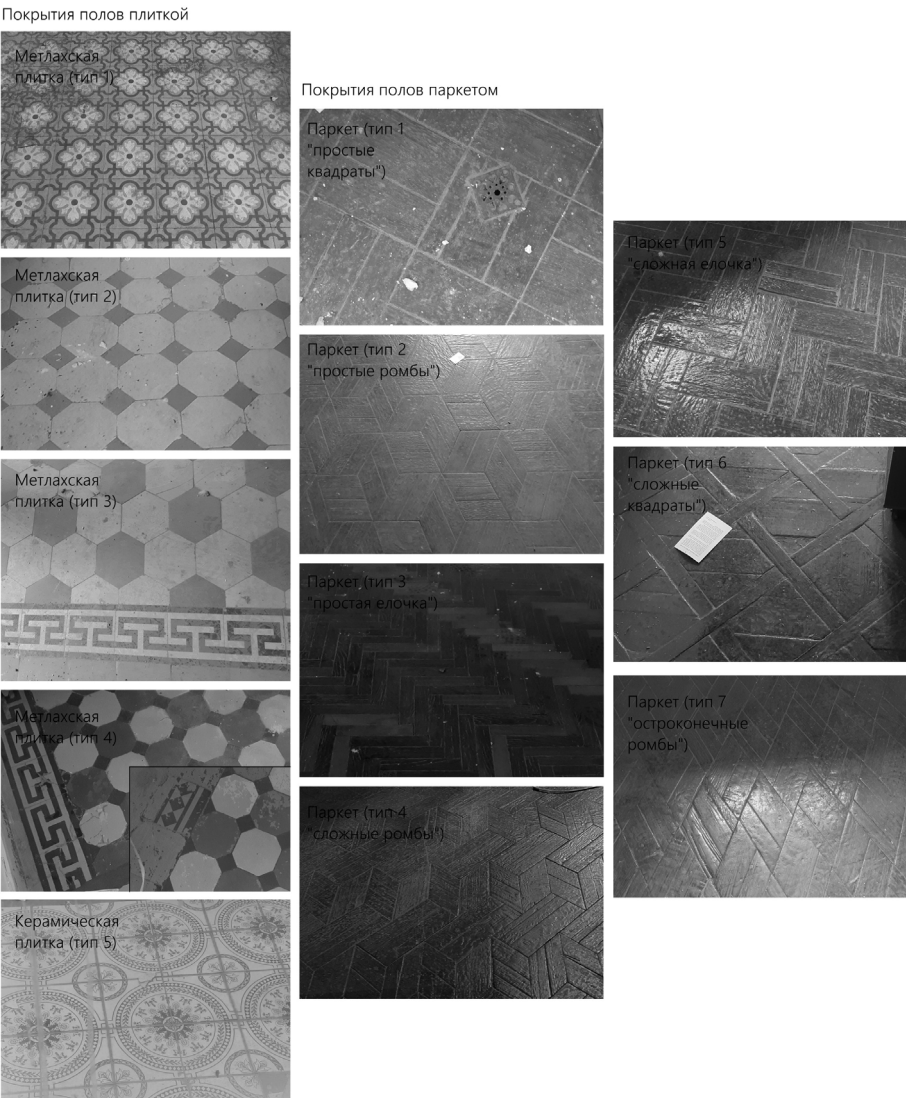


Рис. 9. Типы напольных покрытий
Fig. 9. Types of flooring

▪ тип 5 – цветочный орнамент в классическом стиле.

Самым сложным и интересным рисунком является тип 4 с ромбами, образующими перспективный рисунок, напоминающий параллелепипеды.

Паркетные дощечки имеют разную форму, выполнены «по месту», и при снятии паркета требуется его обязательная маркировка.

В интерьерах сохранились отдельные элементы отделки, которые можно отнести к монументальному искусству, а именно – стеклянные заполнения декоративных регулярных витражей в проеме между центральной лестницей и коридором с заполнением цветным шероховатым стеклом (см. рис. 7). Витражи выполнены в общем контексте с декоративным оформлением лицевой поверхности лифтовой шахты. Конструкция витража рациональна по своему рисунку и сделана из темного дерева. Заполнение витража представляет собой цветное контрастное шероховатое стекло, в некоторых случаях с абстрактным рисунком. Стекло было толстым и имело огранку (фацет) для преломления света, создавая в интерьере мягкое освещение.

В номерах и коридорах гостиницы единственным элементом интерьера являются элементарные падуго – выкружки (вогнутая поверхность в четверть окружности), образующие плавный переход от вертикальной плоскости стены к горизонтальной плоскости потолка. Падуго утилитарны и лепного декора не имеют.

Из ценного инженерно-технического оборудования было выявлено следующее: металлические вентрешетки с декоративным рисунком в паркетных полах; местоположение и тип устройства центральной лифтовой шахты; тип деревянной конструкции лифтовой коробки с заполнением проемов матированным стеклом с цветочным узором.

Лифт гостиницы «Националь» был первой в Самарской губернии электрической подъемной машиной. Лифт братьев Отис (США) [7] был установлен в центральной части парадной лестницы, его портал был декоративно украшен. Кабина останавливалась на каждом этаже и имела ручное управление по требованию. Вторую скоростную подъемную машину планировалось установить на лестнице ресторана с остановками на первом и четвертом этажах. Однако этим планам не удалось сбыться. Сохранилась только лифтовая с порталом на уровне 5-го этажа.

Вентиляционные решетки предположительно могли использоваться для вентиляции в летнее время и для воздушного отопления в зимнее время по технологии русской пиро-статике Н. Львова. Известно, что каналы ото-

пления были расположены в междуэтажных перекрытиях здания. В подвале была сложена подовая печь для парового отопления и установлена насосная тепловая машина «Stirling» [5], которая использовалась для подачи горячей и холодной воды.

В интерьере гостиницы имеется несколько старинных зеркал (в фойе; перед лифтовой шахтой навесное зеркало советского периода; напольное зеркало ручной работы дореволюционного периода). Первое из них может быть сохранено на месте, а второе зеркало не привязано к месту, находится в настоящее время в коридоре и может быть передано в музей или размещено в помещениях общего пользования.

В интерьерах литеры А ряд предметов быта, которые могут считаться аутентичными, являются частью обстановочного комплекса объекта и подлежат сохранению: стационарное зеркало советского периода в вестибюле; переносное зеркало периода эклектики и модерна в деревянной оправе в коридоре; рояль с фигурными ножками; многорожковая люстра в фойе (предположительно советского периода).

Планируется сохранение исторических покрытий пола – темного дубового паркета семи типов и метлахской плитки пяти типов. Все эти исторические покрытия будут размещены на этажах в помещениях общего пользования (коридоры, световые карманы, лифтовые холлы), а также на балконах и в помещениях общественного назначения подвального и первого этажа.

Далее на основании выполненных предварительных комплексных научных исследований будет разработан *Эскизный проект (Проект) реставрации и приспособления объекта культурного наследия* (памятника истории и культуры) регионального значения «Гостиница "Центральная". Модерн», в соответствии с заданием на проведение работ по сохранению, где будут учтены все выявленные первоначальные декоративные элементы отделки здания и разработанная программа приспособления исследуемого объекта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Документы Центрального государственного архива Самарской области ЦГАСО:

▪ Ф 153, оп.1, д. 702, с.214; д. 1030, с.8, 114,131, 201; д. 758; оп. 38, д. 708, с.9,10, д. 717, с.5; д. 1028, с.29,57; д. 739, с.180, д.634, с. 82; оп.1, д. 694, с. 47; оп. 38, д. 342, с. 158; оп. 1, д. 746, с.68, д. 931, с. 27; оп. 12, д. 1209, д. 5756, д.1837, д.1749, д.4578; оп.38, д.344, с.34, д. 708, с. 9,10; д. 717, с. 5; д. 634, с. 82, д. 634, 1897 г., д. 708, 1901 г.

▪ Адрес-календарь Самарской Губернии на 1907 г.; 1925 г.

▪ Адрес-календарь Самарской губернии, на 1907 г.

- Вся Самара на 1925 г.
- Вся Самара. Адресная книга, 1900 г.
- 2. УГООКН Самарской области <https://cultnaslediesamregion.ru/index/achitecture/samara/samarski-rajon/544-г/> (дата обращения: 20.05.2023).
- 3. История улиц в фотографиях [Электронный ресурс]. URL: http://oldsamara.samgtu.ru/part_2/page_14/html/sf-1958-09.html (дата обращения: 18.03.2023).
- 4. Алабин П.В. Двадцатипятилетие Самары как губернского города: (Историко-статистический очерк). Самара: Издание Самарского статистического комитета, 1877. 744 с.
- 5. Подьяпольский С.С., Бессонов Г.Б., Беляев Л.А., Постников Т.М. Реставрация памятников архитектуры. М.: Стройиздат, 1988. 264 с.
- 6. Вавилонская Т.В., Райхель Ю.Л. Новый подход к комплексной реконструкции исторических кварталов // Градостроительство и архитектура. 2020. Т. 10, № 4 (41). С. 91–99. DOI:10.17673/Vestnik.2020.04.12.
- 7. Бекова А.В., Иванова Л.И., Литвинов Д.В. Сравнительный анализ модерна в архитектуре Москвы, Самары и Саратова // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Градостроительство: сб. статей. Самара, 2018. С. 344–350.
- Address-calendar of Samara province, for 1907
- The whole of Samara for 1925 - All of Samara. Address book, 1900
- 2. UGOOCN of the Samara region. Available at: <https://cultnaslediesamregion.ru/index/achitecture/samara/samarski-rajon/544-г/> (accessed 20 May 2023).
- 3. The history of streets in photographs. Available at: http://oldsamara.samgtu.ru/part_2/page_14/html/sf-1958-09.html (accessed 18 March 2023).
- 4. Alabin P.V. *Dvadcatipjatiletie Samary kak gubernskogo goroda: (Istoriko-statisticheskij ocherk)* [The twenty-fifth anniversary of Samara as a provincial city: (Historical and statistical essay)]. Samara, Publication of the Samara Statistical Committee, 1877. 744 p.
- 5. Podyapolsky S.S., Bessonov G.B., Belyaev L.A., Postnikov T.M. *Restavracija pamjatnikov arhitektury* [Restoration of architectural monuments]. Moscow, Stroyizdat, 1988. 264 p.
- 6. A new approach to the complex reconstruction of historical quarters. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban planning and architecture], 2020, vol. 10, no. 4 (41), pp. 91–99. (in Russian) DOI:10.17673/Vestnik.2020.04.12
- 7. Bekova A.V., Ivanova L.I., Litvinov D.V. Comparative analysis of Art Nouveau in the architecture of Moscow, Samara and Saratov. *Tradicii i innovacii v stroitel'stve i arhitekture. Gradostroitel'stvo: sb. statej* [Traditions and innovations in construction and architecture. Urban planning: collection of articles]. Samara, 2018, pp. 344–350. (In Russian).

REFERENCES

1. Documents of the Central State Archive of the Samara region TSGASO:
 - F 153, op.1, d. 702, p.214; d. 1030, p.8, 114,131, 201; d. 758; op. 38, d. 708, p.9,10, d. 717, p.5; d. 1028, p.29,57; d. 739, p.180, d.634, p. 82; op.1, d. 694, p. 47; op. 38, d. 342, p. 158; on. 1, d. 746, p. 68, d. 931, p. 27; op. 12, d. 1209, d. 5756, d. 1837, d. 1749, d.4578; op.38, d.344, p.34, d. 708, p. 9.10; d. 717, p. 5; d. 634, p. 82, d. 634, 1897, d. 708, 1901 - Address-calendar of Samara Province for 1907; 1925

Об авторах:

ВАВИЛОНСКАЯ Татьяна Владимировна

доктор архитектуры, доцент, заведующая кафедрой реконструкции и реставрации архитектурного наследия Самарский государственный технический университет 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: baranova1968@mail.ru

КАРАСЕВ Федор Вадимович

старший преподаватель кафедры реконструкции и реставрации архитектурного наследия Самарский государственный технический университет 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: fedor_karasev@mail.ru

VAVILONSKAYA Tatiana V.

Doctor of Architecture, Associate Professor, Head of the Reconstruction and Restoration of Architectural Heritage Chair Samara State Technical University 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244 E-mail: baranova1968@mail.ru

KARASEV Fedor V.

Senior Lecturer of the Reconstruction and Restoration of Architectural Heritage Chair Samara State Technical University 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244 E-mail: fedor_karasev@mail.ru

Для цитирования: Вавилонская Т.В., Карасев Ф.В. Приспособление объекта культурного наследия регионального значения «Гостиница "Центральная". Модерн» для современного использования // Градостроительство и архитектура. 2024. Т. 14, № 1. С. 106–114. DOI: 10.17673/Vestnik.2024.01.12.

For citation: Vavilonskaya T.V., Karasev F.V. Adaptation of a Cultural Heritage Object of Regional Importance «Central Hotel». «Modern» for Modern Use. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2024, vol. 14, no. 1, pp. 106–114. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2024.01.12.

М. Г. ЗОБОВА

КЛЮЧЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ В СФЕРЕ РАЗВИТИЯ СПОРТИВНО-ОЗДОРОВИТЕЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ИСТОРИЧЕСКОГО ПОСЕЛЕНИЯ Г. САМАРЫ

KEY ISSUES IN THE DEVELOPMENT
OF SPORTS AND RECREATION INFRASTRUCTURE
IN THE HISTORICAL SETTLEMENT OF SAMARA

Рассмотрены основные проблемы состояния и развития спортивно-оздоровительной инфраструктуры в границах исторического поселения города Самары. Перечислены основные категории и виды объектов, представленные на данной территории. Приведена оценка технического состояния зданий и сооружений и степени развитости спортивно-оздоровительной инфраструктуры. Произведен расчет обеспеченности территории исторического поселения объектами данной типологии. Проведен градостроительный анализ с определением территориальных резервов для развития спортивно-оздоровительной сети. Выявлены основные проблемы, с которыми сталкиваются при проектировании или модернизации спортивно-оздоровительных объектов в границах исторического поселения. Определена необходимость пересмотра принципов проектирования и градостроительных регламентов для рассматриваемых объектов.

Ключевые слова: историческое поселение, спортивно-оздоровительная инфраструктура, расчет обеспеченности, градостроительный анализ, проблемы развития сети

В границах исторического поселения города Самары расположено 30 спортивно-оздоровительных сооружений общего пользования и 54 спортивно-оздоровительных сооружения ограниченного пользования. К спортивно-оздоровительным сооружениям общего пользования относятся объекты набережных, площадей, парков, а также плавательный комплекс, спортивный комплекс, стрелковый тир. К спортивно-оздоровительным сооружениям ограниченного пользования относятся объекты школ, лицеев, колледжей, спортивных школ, вузов, а также спортивно-оздоровительные сооружения, расположенные на внутридворовых территориях многоквартирных жилых домов с ограничением доступа. Из перечисленных объектов 47 объектов имеют муниципальную форму собственности, 17 – региональную, 4 – частную, 9 – федеральную. В настоящее время

The article examines the main problems of the state and development of sports and recreational infrastructure within the boundaries of the historical settlement of the city of Samara. The main categories and types of objects represented in this territory are listed. An assessment of the technical condition of buildings and structures and the degree of development of sports and recreational infrastructure is provided. A calculation was made of the provision of the territory of the historical settlement with objects of this typology. An urban planning analysis was carried out to identify territorial reserves for the development of a sports and recreational network. The main problems encountered when designing or modernizing sports and recreational facilities within the boundaries of a historical settlement have been identified. The need to revise the design principles and urban planning regulations for the objects under consideration has been identified.

Keywords: historical settlement, sports and recreational infrastructure, calculation of security, urban planning analysis, problems of network development

в границах исторического поселения Самары функционирует около 15 объектов, представленных фитнес-клубами и спортивными залами с тренажерами или помещениями для групповых занятий. Данный тип объектов расположен в основном на первых этажах многоквартирных жилых домов. Под спортивно-оздоровительные функции в границах исторического поселения используется (приспособлено) 29 объектов культурного наследия.

В границах исторического поселения представлены спортивно-оздоровительные объекты следующих категорий (шт.):

- плоскостные сооружения – 21
- стадионы – 1
- спортивные залы – 36
- плавательные бассейны – 2
- сооружения для стрелковых видов спорта – 1
- другие сооружения – 3

- объекты городской и рекреационной инфраструктуры – 18

- фитнес-клубы – 15

В границах исторического поселения представлены спортивно-оздоровительные объекты следующих видов (шт.):

- футбольные – 1

- мини-футбольные – 6

- баскетбольные – 16

- волейбольные – 2

- универсальные спортивные площадки (УСП) – 16

- другое – 21

- хоккейные – 3

- турники и брусья (стоящие отдельно) – 10

- спот – 1

- катки сезонные – 5

В границах исторического поселения представлены спортивные объекты в следующих типах зданий и на следующих территориях (шт.):

- учебные заведения – 22

- спортивные школы – 6

- парки, набережные, площади – 8

- спортивные комплексы – 2

- внутридворовые территории многоквартирных домов – 10

В границах исторического поселения Самары расположено 30 спортивно-оздоровительных сооружений общего пользования и 53 спортивно-оздоровительных сооружения ограниченного пользования. Из перечисленных объектов 46 имеют муниципальную форму собственности, 17 – региональную, 4 – частную, 9 – федеральную. В настоящее время в границах исторического поселения Самары функционирует 15 объектов, представленных фитнес-клубами и спортивными залами с тренажерами, помещениями для групповых занятий. Данные типы объектов расположены в основном на первых этажах многоквартирных жилых домов. Под спортивно-оздоровительные функции в границах исторического поселения используется (приспособлено) 29 объектов культурного наследия.

Основными критериями оценки состояния и степени развитости спортивно-оздоровительных объектов в городской среде являются результаты натурных обследований и статистических исследований. Фактическое состояние спортивно-оздоровительных сооружений в границах исторического поселения приведено в табл. 1.

На территории исторического поселения размещено небольшое количество открытых спортивных площадок и сооружений для самостоятельных и частично организованных занятий на свежем воздухе, исключением является набережная реки Волги, где за последние годы

появилось много открытых спортивных зон. Состояние данных объектов оценивается как нормативное. Отсутствие массовых типов крытых спортивных объектов испытывает территория исторического поселения, находящаяся в границах Самарского района.

Спортивные комплексы представлены более полно, однако они раздроблены, неравномерно размещены, имеют недостаточно развитую инфраструктуру. Их функции зачастую заменяют небольшие спортивные центры, вызывая неудобство с точки зрения систематического использования из-за достаточной удаленности от мест проживания. Состояние этих объектов оценивается как работоспособное, но нуждающееся в модернизации. Зонами дефицита объектов данного уровня являются в основном кварталы, занятые малоэтажной ветхой исторической застройкой.

Недостаточно развиты специализированные спортивно-оздоровительные объекты исходя из рекреационного или территориального ресурса. Отсутствуют стационарные спортивные объекты в парках и на площадях. Исключением является скейт-парк в Струковском саду и сезонные площадки на площади им. Куйбышева.

Недостаточно развиты спортивные сооружения на внутридворовых территориях многоквартирных жилых домов. Основная проблема вызвана дефицитом территорий для их размещения.

Фитнес-центры в границах исторического поселения Самары недостаточно развиты, хотя являются оптимальным типом спортивно-оздоровительного объекта для исторической застройки. Фактическое состояние фитнес-центров не обследовалось, так как все объекты данной типологии являются коммерческими.

В границах исторического поселения Самары выявлена проблема неравномерного распределения спортивно-оздоровительных объектов. Основная цель размещения данного типа сооружений на территории исторического поселения – обеспечение ежедневных, систематических и частично эпизодических занятий населения, проживающего на данной территории, приезжающих из других районов, а также гостей города.

В соответствии с генеральным планом городского округа Самара, Правилами землепользования и застройки городского округа Самара, в границах исторического поселения не предусмотрены зоны Ц-4с для размещения объектов спортивно-зрелищного назначения. Объекты регионального и федерального значения в области физической культуры и спорта в границах исторического поселения Самары не запланированы.

В соответствии с Приложением к Решению Думы городского округа Самара № 382

от 07.02.2019 «Об утверждении местных нормативов градостроительного проектирования городского округа Самара», радиус обслуживания для спортивно-оздоровительных объектов принимается (м):

- плоскостные сооружения – 1000
- стадион (районного значения) – радиус обслуживания 1500
- спортивные залы – 500
- плавательные бассейны – 1500
- сооружения для стрелковых видов спорта – 1500
- объекты городской и рекреационной инфраструктуры – 500

Согласно региональным нормативам градостроительного проектирования Самарской области, установлен нормативный показатель обеспеченности объектами спортивно-оздоровительной инфраструктуры ($\text{м}^2/1 \text{ тыс.чел.}$):

- спортивные комплексы/залы – 350
- плавательные бассейны – 75
- плоскостные спортивные сооружения – 2000

Расчетная нормативная потребность территории исторического поселения города Самары в объектах спортивно-оздоровительной инфраструктуры составляет (м^2):

- спортивные комплексы/залы – 28000
- плавательные бассейны – 6000
- плоскостные спортивные сооружения – 16000

Общая нормативная потребность: 194000 м^2

Фактическая обеспеченность территории исторического поселения города Самары объектами спортивно-оздоровительной инфраструктуры составляет (м^2):

- спортивные комплексы/залы – 9500
- плавательные бассейны – 2200
- плоскостные спортивные сооружения – 29200

Фактическая обеспеченность: 40900 м^2

Данные расчеты иллюстрируют недостаточную обеспеченность населения исторического поселения Самары объектами для спортивно-оздоровительных занятий.

В настоящее время в Самаре стоит проблема поиска территориальных резервов для формирования спортивно-зрелищного комплекса на территории исторического поселения. Резервы, определенные аналитическим путем и в качестве территориальных зон, заложенные в схеме функционально-правового зонирования и генеральном плане г.о. Самара, не всегда соответствуют вышеизложенным требованиям. Это происходит по ряду причин, основная из которых заключается в том, что поиск резервов производится локально для определенного типа объектов, в которых территория испытывает недостаток [1], а не комплексно с учетом развития всей спортивной сети (примером является территория рек Самары и Волги, ко-

торая долгое время рассматривалась как зона размещения крупного спортивно-зрелищного объекта). На сегодняшний день на территории исторического поселения функционирует два спортивных комплекса: плавательный комплекс ЦСК ВВС и спортивный комплекс «Динамо». Оба объекта морально и физически устарели и нуждаются в модернизации.

В историческом поселении Самары наблюдается дефицит спортивно-оздоровительных объектов в зонах размещения образовательных учреждений, в том числе при вузах, СУЗ-ах и школах. Корпуса СамГТУ, СГУ, СамГМУ, лицей «Технический», Архитектурно-строительный лицей и ряд других объектов не имеют собственных спортивных залов и площадок. Большинство школ ограничивается лишь наличием универсального спортивного зала, при нормативных требованиях наличия на территории открытой спортивной зоны.

Другая проблема спортивной сети исторического поселения Самары – дефицит спортивно-оздоровительных объектов в рекреационных зонах. Эта группа объектов на сегодняшний день представлена в основном сезонными объектами (катки на площади им. Куйбышева, площади Славы, набережной, а также открытые спортивные площадки на 1, 2 и 3-й очередях набережной). В Струковском саду функционирует сезонный спот. Прибрежная территория р. Самары в спортивно-оздоровительных целях не используется.

Немаловажной проблемой является дефицит спортивных площадок на внутриведомственных территориях многоквартирных домов. Всего лишь 10 дворовых территорий оборудованы спортивно-оздоровительными зонами, и это в основном территории новой застройки.

На территории исторического поселения не соответствует нормативным показателям такой тип спортивно-оздоровительных объектов, как фитнес-центры. Не соблюдается 500-метровый радиус доступности, наблюдается дефицит данных объектов на территории Самарского района.

В границах исторического поселения Самары спортивно-оздоровительные объекты общего пользования (для обслуживания горожан и гостей города) составляют 37 %, объекты ограниченного пользования (при учебных заведениях, спортивных школах и на внутриведомственных территориях) составляют 63 %. 40 % исследуемых спортивно-оздоровительных объектов имеют нормативное техническое состояние (с учетом всех фитнес-центров), 60 % – работоспособное состояние и нуждается в модернизации.

Площадь спортивно-оздоровительных сооружений по нормам градостроительного проектирования должна составлять 0,24 га на

1 000 жителей. При населении в границах исторического поселения Самары 80300 человек этот показатель составляет 19,4 га. Фактически спортивно-оздоровительные объекты в границах исторического поселения Самары занимают в общей сложности 4 га, причем часть из них функционирует не полностью или работа-

ет в сезонном режиме. Радиусы обслуживания всех типов спортивно-оздоровительных объектов не обеспечивают нормативную доступность [2]. Исходя из этого, можно сделать выводы о неразвитости спортивно-оздоровительной инфраструктуры в границах исторического поселения Самары.

Таблица 1
Table 1

Фактическое состояние спортивно-оздоровительных сооружений,
расположенных на территории исторического поселения Самары
The actual state of sports and recreation facilities located on the territory
of the historical settlement of Samara

Спортивное сооружение		Адрес расположения объекта			Фактическое состояние объекта
Категория	Вид	Район (объект)	Улица	№	
1. Плоскостные сооружения	Баскетбольные	Самарский (третья очередь набережной)	У речного вокзала (спуск ул. Венцека)	-	Нормативное
2. Плоскостные сооружения	Мини-футбольные				
3. Плоскостные сооружения	Мини-футбольные				
4. Объект городской и рекреационной инфрастр.	Турники и брусья (стоящие тдельно)				
5. Объект городской и рекреационной инфрастр.	Спот	Ленинский (парк «Струковский сад»)	Красно-армейская	2а	Нормативное
6. Плоскостные сооружения	Универсальная спортивная площадка (УСП)	Самарский (Динамо, спортивный комплекс)	Л. Толстого	97А	Работоспособное, нуждается в модернизации
7. Стадионы	Футбольные				
8. Плоскостные сооружения	Волейбольные				
9. Спортивный зал	Волейбольные				
10. Спортивный зал	Другое				
11. Сооружения для стрелковых видов спорта	Другое				
12. Объект городской и рекреационной инфрастр.	Каток сезонный				
13. Плоскостные сооружения	Мини-футбольные	Ленинский (вторая очередь набережной)	Волжский проспект	36	Нормативное
14. Плоскостные сооружения	Мини-футбольные				
15. Плоскостные сооружения	Баскетбольные				
16. Объект городской и рекреационной инфрастр.	Турники и брусья (стоящие отдельно)				
17. Объект городской и рекреационной инфрастр.	Турники и брусья (стоящие отдельно)				

Продолжение табл. 1

Спортивное сооружение		Адрес расположения объекта			Фактическое состояние объекта
Категория	Вид	Район (объект)	Улица	№	
18. Объект городской и рекреационной инфрастр.	Каток сезонный	Ленинский	Площадь им. Куйбышева		Нормативное
19. Объект городской и рекреационной инфрастр.	Каток сезонный				
20. Объект городской и рекреационной инфрастр.	Каток сезонный				
21. Плоскостные сооружения	Мини-футбольные				
22. Объект городской и рекреационной инфрастр.	Каток сезонный	Ленинский (вторая очередь набережной)	Волжский проспект (участок от бассейна ЦСК ВВС до ул. Маяковского)	10	Нормативное
23. Объект городской и рекреационной инфрастр.	Каток сезонный	Ленинский	Площадь Славы		Нормативное
24. Спортивный зал	Универсальная спортивная площадка (УСП)	Ленинский (плавательный комплекс ЦСК ВВС)	Волжский проспект	10	Работоспособное, нуждается в модернизации
25. Плавательные бассейны	Крытый бассейн				
26. Плавательные бассейны	Открытый бассейн				
27. Плоскостные сооружения	Баскетбольные	Ленинский (первая очередь набережной)	Максима Горького	1	Нормативное
28. Плоскостные сооружения	Мини-футбольные				
29. Объект городской и рекреационной инфрастр.	Турники и брусья (стоящие отдельно)	Ленинский (около музея Алабина)	Ленинская	142	Нормативное
30. Сооружения для стрелковых видов спорта	Другое	Самарский (тир «Аверс»)	Пионерская	108	Нормативное
31. Плоскостные сооружения	Универсальная спортивная площадка (УСП)	Самарский (МБОУ школа № 39)	Садовая	30	Работоспособное, нуждается в модернизации
32. Спортивный зал	Баскетбольные				
33. Спортивный зал	Другое	Самарский (СДЮСШОР № 14)	Садовая	79	Работоспособное, нуждается в модернизации
34. Плоскостные сооружения	Баскетбольные	Ленинский (во дворе)	Садовая	263	Нормативное
35. Плоскостные сооружения	Универсальная спортивная площадка (УСП)	Ленинский (во дворе)	Садовая	256	Нормативное

Продолжение табл. 1

Спортивное сооружение		Адрес расположения объекта			Фактическое состояние объекта
Категория	Вид	Район (объект)	Улица	№	
36. Другое	Другое	Ленинский (СДЮСШОР № 5)	Садовая	212в	Работоспособное, нуждается в модернизации
37. Другое	Другое				
38. Объект городской и рекреационной инфрастр.	Турники и брусья (стоящие тдельно)				
39. Спортивный зал	Другое				
40. Спортивный зал	Другое				
41. Плоскостные сооружения	Баскетбольные	Самарский (МБОУ Гимназия № 3)	Ст. Разина	22А	Нормативное
42. Спортивный зал	Баскетбольные	Самарский (МБОУ школа № 63)	Ст. Разина	49	Работоспособное, нуждается в модернизации
43. Плоскостные сооружения	Универсальная спортивная площадка (УСП)				
44. Спортивный зал	Баскетбольные				
45. Спортивный зал	Баскетбольные	Самарский (ФГБОУ ВО ПГУТИ)	Л. Толстого	23	Работоспособное, нуждается в модернизации
46. Спортивный зал	Другое				
47. Спортивный зал	Баскетбольные	Самарский (МБОУ школа № 15)	Куйбышева	125	Работоспособное, нуждается в модернизации
48. Спортивный зал	Баскетбольные	Самарский (МБОУ Гимназия № 3)	Куйбышева	32	Нормативное
49. Спортивный зал	Другое	Самарский (СИБиУ)	Куйбышева	81	Работоспособное, нуждается в модернизации
50. Другое	Другое	Самарский (СГКСТД)	Галактионов-ская	37	Работоспособное, нуждается в модернизации
51. Спортивный зал	Универсальная спортивная площадка (УСП)				
52. Плоскостные сооружения	Хоккейные	Ленинский (во дворе)	Галактионов-ская	128	Работоспособное, нуждается в модернизации
53. Объект городской и рекреационной инфрастр.	Универсальная спортивная площадка (УСП)	Ленинский (во дворе)	Галактионов-ская	130	Работоспособное, нуждается в модернизации
54. Спортивный зал	Универсальная спортивная площадка (УСП)	Самарский (ГБПОУ ССПК)	Крупской	18	Работоспособное, нуждается в модернизации
55. Спортивный зал	Баскетбольные	Самарский (ГАПОУ СО СГК)	Молодогвар-дейская	80	Нормативное
56. Спортивный зал	Другое	Самарский (ГАПОУ СО СГК)	Молодогвар-дейская	59	Нормативное
57. Спортивный зал	Другое	Самарский (ОЦД ЮТК)	Молодогвар-дейская	60	Работоспособное, нуждается в модернизации
58. Спортивный зал	Другое				

Продолжение табл. 1

Спортивное сооружение		Адрес расположения объекта			Фактическое состояние объекта
Категория	Вид	Район (объект)	Улица	№	
59. Спортивный зал	Другое	Ленинский (СамГТУ, корпус № 5)	Молодогвардейская	129а	Нормативное
60. Спортивный зал	Универсальная спортивная площадка (УСП)	Ленинский (ДЮСШ № 10)	Молодогвардейская	119	Работоспособное, нуждается в модернизации
61. Спортивный зал	Баскетбольные	Самарский (ГАПОУ СО СГК)	Чапаевская	79	Нормативное
62. Спортивный зал	Баскетбольные	Самарский (МБОУ школа № 13)	Чапаевская	74	Нормативное
63. Спортивный зал	Другое	Самарский (лицей № 10)	Чапаевская	75	Работоспособное, нуждается в модернизации
64. Спортивный зал	Универсальная спортивная площадка (УСП)	Ленинский (ГБОУ СО Гимназия № 11)	Чапаевская	214	Нормативное
65. Спортивный зал	Баскетбольные	Самарский (ФГБОУ ВО ПГСГА)	Максима Горького	65, 67	Работоспособное, нуждается в модернизации
66. Объект городской и рекреационной инфрастр.	Турники и брусья (стоящие отдельно)	Самарский (во дворе)	М.Горького/ А.Толстого	127, 128	Нормативное
67. Спортивный зал	Другое	Самарский (СДЮСШОР № 14)	Некрасовская	89	Нормативное
68. Спортивный зал	Другое				
69. Спортивный зал	Другое	Самарский (СДЮСШОР № 14)	Фрунзе	68	Работоспособное, нуждается в модернизации
70. Спортивный зал	Другое				
71. Объект городской и рекреационной инфрастр.	Турники и брусья (стоящие отдельно)	Ленинский (во дворе)	Фрунзе	161	Нормативное
72. Спортивный зал	Универсальная спортивная площадка (УСП)	Ленинский (ФГБОУ ВО СГИК)	Фрунзе	167	Нормативное
73. Плоскостные сооружения	Хоккейные	Ленинский (во дворе)	Волжский проспект	39	Работоспособное, нуждается в модернизации
74. Объект городской и рекреационной инфрастр.	Турники и брусья (стоящие отдельно)	Ленинский (во дворе)	Волжский проспект	37	Работоспособное, нуждается в модернизации
75. Плоскостные сооружения	Хоккейные	Ленинский (во дворе)	Студенческий пер.	2а	Работоспособное, нуждается в модернизации
76. Плоскостные сооружения	Настольный теннис				
77. Спортивный зал	Универсальная спортивная площадка (УСП)	Ленинский (СЭК)	Самарская	205а	Нормативное

Окончание табл. 1

Спортивное сооружение		Адрес расположения объекта			Фактическое состояние объекта
Категория	Вид	Район (объект)	Улица	№	
78. Плоскостные сооружения	Универсальная спортивная площадка (УСП)	Ленинский (МБОУ школа № 6)	Самарская	152	Нормативное
79. Объект городской и рекреационной инфрастр.	Турники и брусья (стоящие отдельно)				
80. Спортивный зал	Универсальная спортивная площадка (УСП)				
81. Объект городской и рекреационной инфрастр.	Турники и брусья (стоящие отдельно)	Ленинский (во дворе)	Никитинская	96	Работоспособное, нуждается в модернизации
82. Спортивный зал	Универсальная спортивная площадка (УСП)	Ленинский (МБОУ школа № 12)	Карсно-армейская	93а	Нормативное
83. Спортивный зал	Универсальная спортивная площадка (УСП)				

Градостроительный анализ сети спортивных сооружений на территории исторического поселения Самары дает основание предположить, что территориальный резерв для строительства спортивно-зрелищного объекта в пределах исследуемой территории отсутствует. На это указывают плотностные факторы (наличие плотной застройки и отсутствие территориальных резервов), а также потенциальное негативное влияние крупных объектов на историческую застройку [3,4]. Помимо этого, спортивно-зрелищные объекты диктуют жесткие условия в плане инженерно-транспортной инфраструктуры, противопожарных требований и санитарно-защитных разрывов, что крайне сложно соблюдать в условиях исторической застройки. Также значительной проблемой является нарушение силуэтности и городских панорам при строительстве большепролетных спортивных сооружений [5].

Проблемы строительства и модернизации универсальных спортивных залов при учебных заведениях заключаются в отсутствии техниче-

ских возможностей, особенно у зданий, являющихся объектами культурного наследия.

Проблемы строительства и модернизации спортивных площадок во дворах многоквартирных домов обусловлены дефицитом территорий и большим количеством неучтенных земельных участков.

Вопросы строительства новых спортивных площадок на рекреационных территориях и существующих общественных пространствах зачастую невозможно решить в силу отсутствия территориальных резервов и наличия зон охраны с достаточно жесткими регламентами.

Проблемы формирования сети фитнес-центров возникают при попытках приспособить под данную функцию исторические здания, особенно в части организации зальных пространств, зон душевых, гостевых паркингов и пожарных проездов [6].

Приоритетность формирования и развития спортивно-оздоровительных сооружений, расположенных на территории исторического поселения Самары, приведена в табл. 2.

Таблица 2
Table 2

Приоритетность формирования и развития спортивно-оздоровительных сооружений,
расположенных на территории исторического поселения Самары
Priority of formation and development of sports and recreation facilities
located on the territory of the historical settlement of Samara

Территория / объект /адрес	Оценка социальной активности объекта	Расположение относительно историко- культурного каркаса	Выявленные проблемы	Варианты решения проблемы	Приоритет развития
1. Спортивный комплекс «Динамо», ул. Л. Толстого, 97а	Средняя социальная активность	Ближняя периферия	Физический износ всей инфраструктуры	Модернизация комплекса с функциональным насыщением	I
2. Район новой гавани р. Самары (около Фрунзенского моста)	Низкая социальная активность	Дальняя периферия	Деградированные территории	Развитие водно- спортивной зоны с развлекательно- оздоровительным направлением	III
3. Школа № 39, ул. Садовая, 30; школа № 63, ул. Ст. Разина, 49	Низкая социальная активность	Ближняя периферия	Физический износ и деградация УСП	Модернизация УСП учебных заведений	I
4. Территория элеватора мукомольного завода	Низкая социальная активность	Дальняя периферия	Деградированные территории	Формирование сезонных объектов экстремального спорта и комплексных объектов «уличного» спорта	II
5. Земельный участок, ул. Венцека, 92–96	Низкая социальная активность	Ближняя периферия	Расселенный ветхий и аварийный фонд, деградированная территория	Развитие комплексного фитнес- центра с широким спектром услуг	III

Вывод. Проблем, связанных с развитием спортивно-оздоровительной инфраструктуры в условиях исторического поселения Самары, достаточно много, и их решение требует особого подхода.

При проектировании в исторической среде необходимо регламентировать внешние параметры объекта, что для спортивно-оздоровительной инфраструктуры, особенно для большепролетных зданий и сооружений, сделать крайне сложно [7]. Чтобы не причинять существенного ущерба исторической среде и соблюдать современные нормативы проектирования, необходимо искать компромисс. Рекомендуется:

- имитация природосообразности спортивного объекта и его окружения;
- средовой подход;

- определение соответствия объектов потребностям общества;
- учет историко-культурного контекста;
- строительство объектов в соответствии с ESG-концепцией.

Среди первоочередных мероприятий по оптимизации спортивно-оздоровительной инфраструктуры исторического поселения Самары можно рекомендовать:

- модернизировать существующие спортивно-зрелищные объекты (спортивный комплекс «Динамо», плавательный комплекс ЦСК ВВС);
- развивать водно-спортивные зоны на рекреационных территориях, в том числе в районе новой гавани р. Самары;
- формировать объекты уличного спорта в нефункционирующих производственных

и складских корпусах [8] (бывших мельницах и элеваторах);

- создавать открытые игровые площадки на небольших общественных пространствах плотной исторической застройки;

- организовывать объекты экстремального спорта на территории бывших производственных зон [9,10] (стрелка рек Волги и Самары);

- развивать сеть фитнес- и велнес-центров в соответствии с радиусами доступности, равными 500 м.

Необходимо отметить, что в данный момент в границах исторического поселения Самары остро стоит проблема развития спортивно-оздоровительной инфраструктуры. Модернизация и новое строительство объектов должны базироваться на особых архитектурно-градостроительных принципах, адаптированных для условий исторической среды и с учетом развития территории исторического поселения как общественного центра города.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кыласов А.В. Спортивное наследие: институционализация и контекст М.: Институт наследия, 2022. 106 с. DOI 10.34685/ HI.2022.17.18.006.
2. Зобова М.Г. Принципы архитектурно-градостроительного проектирования и модернизации физкультурно-спортивных комплексов (на примере городского округа Самара): специальность 18.00.02: дис. ... канд. арх. Нижний Новгород, 2009. 223 с.
3. Золотов М.И. Нормативные и маркетинговые подходы (на примере создания сети физкультурно-спортивных сооружений) // Практический семинар «Оценка инвестиционных проектов» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.cfin.ru/press/practical/2003-02/03.shtml> (дата обращения: 10.09.2023).
4. Зарипова И.Ш. Современные тенденции в проектировании и строительстве спортивных сооружений // International Journal of Professional Science. 2020. № 11. С. 68–72.
5. Зобова М.Г. Спортивный комплекс в городской инфраструктуре: архитектурно-градостроительное проектирование на примере г.о. Самара: монография. Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2018. 136 с.
6. Жданова И.В., Кузнецова А.А., Михайлина П.И. Архитектурно-планировочные принципы организации фитнес-центров // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2019. № 10. С. 84–92.
7. Токторалиев Э.Т., Муқанбет Э. Основы проектирования рекреационно-спортивных сооружений и условия их организации // Материаловедение. 2015. № 4(16). С. 55–58.
8. Зарубская Е.О. Формирование архитектурной типологии центров уличного спорта в условиях Ханты-Мансийского автономного округа – Югры: дис. ... канд. арх.: 2.1.12. Санкт-Петербург, 2022. 296 с.
9. Танина А.В., Танин Е.Ф., Дуболазова Ю.А. Промышленный редевелопмент как инструмент регионального развития // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2022. № 3–1. С. 135–142.
10. Белоносов С.А. Архитектурное формирование перспективных многофункциональных спортивных комплексов в крупных промышленных городах: дис. ... канд. арх.: 18.00.02. Екатеринбург, 2009. 165 с.

REFERENCES

1. Klyasov A.V. *Sportivnoe nasledie: institucionalizaciya i kontekst* [Sports heritage: institutionalization and context]. Moscow, Institute of Heritage, 2022. 106 p. DOI 10.34685/ HI.2022.17.18.006
2. Zobova M.G. *Principy arhitekturno-gradostroitel'nogo projektirovaniya i modernizacii fizkul'turno-sportivnykh kompleksov (na primere gorodskogo okruga Samara)* Cand, Diss. [Principles of architectural and urban planning design and modernization of physical culture and sports complexes (on the example of the Samara urban district). Cand. Diss.]. Nizhny Novgorod, 2009. 223.
3. Zolotov M.I. Regulatory and marketing approaches (using the example of creating a network of physical culture and sports facilities). *Prakticheskij seminar «Ocenka investicionnykh projektov»* [Journal "Evaluation of investment projects"]. Available at: <https://www.cfin.ru/press/practical/2003-02/03.shtml> (accessed 9 October 2023).
4. Zaripova I.S. Modern trends in the design and construction of sports facilities. *International Journal of Professional Science* [International Journal of Professional Science], 2020, no. 11, pp. 68–72. (in Russian)
5. Zobova M.G. *Sportivnyj kompleks v gorodskoj infrastrukture: arhitekturno-gradostroitel'noe projektirovanie na primere g.o. Samara* [Sports complex in urban infrastructure: architectural and urban planning using the example of the Samara city]. Samara, SSTU, 2018. 136 p.
6. Zhdanova I.V., Kuznetsova A.A., Mikhailina P.I. Architectural and planning principles for organizing fitness centers. *Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta im. V.G. Shukhova* [Bulletin of the Belgorod State Technological University. V.G. Shukhova], 2019, no. 10, pp. 84–92. (in Russian)
7. Toktoraliyev E.T. Fundamentals of designing recreational and sports facilities and conditions for their organization. *Materialovedenie* [Materials Science], 2015, no. 4(16), pp. 55–58. (in Russian)
8. Zarubskaya E.O. *Formirovanie arhitekturnoj tipologii centrov ulichnogo sporta v usloviyakh Hanty-Mansijskogo avtonomnogo okruga – YUgry*. Cand, Diss. [Formation of an architectural typology of street sports centers in the conditions of the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Ugra. Cand. Diss.]. St. Petersburg, 2022. 296 p.
9. Tanina A.V., Tanin E.F., Dubolazova Yu.A. Industrial redevelopment as a tool for regional

development. *Vestnik Altajskoj akademii ekonomiki i prava* [Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law], 2022, no. 3–1, pp. 135–142. (in Russian)

10. Belonosov S.A. *Arhitekturnoe formirovanie perspektivnyh mnogofunkcional'nyh sportivnyh kompleksov v krupnyh industrial'nyh gorodah*. Cand. Diss. [Architectural formation of promising multifunctional sports complexes in large industrial cities. Cand. Diss.]. Ekaterinburg, 2009. 165 p.

Об авторе:

ЗОБОВА Марина Геннадьевна

кандидат архитектуры, доцент, доцент кафедры реконструкции и реставрации архитектурного наследия

Самарский государственный технический университет 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: zobova_sdc@mail.ru

ZOBOVA Marina G.

PhD in architecture, Associate Professor, Associate Professor of the Reconstruction and Restoration of Architectural Heritage Chair

Samara State Technical University 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya st., 244
E-mail: zobova_sdc@mail.ru

Для цитирования: Зобова М.Г. Ключевые проблемы в сфере развития спортивно-оздоровительной инфраструктуры исторического поселения г. Самары // Градостроительство и архитектура. 2024. Т. 14, № 1. С. 115–125. DOI: 10.17673/Vestnik.2024.01.13.

For citation: Zobova M.G. Key issues in the development of sports and recreation infrastructure in the historical settlement of Samara. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2024, vol. 14, no. 1, pp. 115–125. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2024.01.13.



С 16 по 17 мая 2024 года в Екатеринбурге, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, институт Строительства и Архитектуры, пройдет Международная конференция «Водные ресурсы, водоснабжение и водоотведение, окружающая среда-2024»

Научные направления конференции

- Водные ресурсы: управление, рациональное использование
- Водоснабжение и водоотведение населенных мест
- Современные технологии водоподготовки и очистки сточных вод
- Охрана окружающей среды, рациональное использование природных ресурсов
- Устойчивое развитие, «умные» технологии.

Ключевые даты

- 10 февраля 2024 г. – 6 мая 2024 г. – регистрация и прием докладов
- 16 – 17 мая 2024 г. – пленарное заседание, работа секций конференции
- 20 мая 2024 г. – окончание приема статей к публикации

Место проведения

Конференция пройдет в гибридном формате.
Основная площадка – Уральский федеральный университет им. Первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, ул. Мира, 17

Секретариат Оргкомитета

По вопросам, связанным с организацией и проведением конференции обращаться по эл. почте scases2024@yandex.ru

Варианты изданий

- Сборник материалов – РИНЦ (бесплатно)
- В журнале «Русский журнал строительных наук и технологий» – РИНЦ (бесплатно)
- В рецензируемом журнале – Scopus (оплачивается отдельно)

АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. ТВОРЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ АРХИТЕКТУРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ



УДК 728.1:504.03

DOI: 10.17673/Vestnik.2024.01.14

Т. Я. ВАВИЛОВА

АКТУАЛЬНЫЕ ТРЕНДЫ АРХИТЕКТУРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ В ЭПОХУ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ. ЧАСТЬ 2. УЧЁТ СОЦИАЛЬНЫХ ФАКТОРОВ

CURRENT ARCHITECTURAL DESIGN TRENDS IN TIMES
OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT. PART 2. IMPACT OF SOCIAL FACTORS

Затронуты проблемы внедрения в практику архитектурного проектирования социально ориентированных методов улучшения качества среды жизнедеятельности. Объектом исследования стали multifunctional здания и комплексы – многоквартирное жильё, а также студенческие общежития. Предмет исследования – социально ориентированные методы улучшения потребительских свойств среды жизнедеятельности. Цель работы – систематизация и обобщение принципов, наиболее эффективных подходов и способов улучшения архитектурных решений, учитывающих влияние социально-демографических и психологических факторов. Задачи работы: выявление злободневных вопросов, отражённых в действующей законодательной базе и нормативных документах, поиск и изучение современных объектов, запроектированных или построенных в России и за рубежом с применением социально ориентированных методов, их анализ и систематизация. Выявлены и продемонстрированы современные способы учета социальных факторов. Сформулированы некоторые основные принципы, которые соответствуют Целям устойчивого развития и задачам адаптации проектных решений к важнейшим потребностям людей.

Ключевые слова: архитектура, социальные факторы, устойчивое развитие

The problems of introducing socially oriented methods of improving the quality of the living environment into the practice of architectural design are touched upon. The object of the study was multifunctional buildings and complexes – multi-apartment housing, as well as student dormitories. The subject of the study is socially oriented methods of improving consumer properties of the living environment. The purpose of the work is to systematize and generalize the principles, the most effective approaches and ways to improve architectural solutions that take into account the influence of socio-demographic and psychological factors. Tasks of the work: identification of topical issues reflected in the current legislative framework and regulatory documents, search and study of modern facilities designed or built in Russia and abroad using socially oriented methods, their analysis and systematization. Results. Modern ways of taking into account social factors are identified and demonstrated. Some basic principles are formulated that correspond to the Goals of Sustainable Development and the tasks of adapting project solutions to the most important needs of people.

Keywords: architecture, social factors, sustainable development

Введение

С одной из приоритетных задач современной экономической политики Российской Федерации – повышением качества жизни, неразрывно связано улучшение состояния сре-

ды жизнедеятельности [1]. Этот процесс, ориентированный на учёт потребностей людей, претерпел серьёзные изменения после присоединения нашей страны к плану широкомасштабных преобразований ООН – «Повестке дня в области устойчивого развития», приня-

той в 2015 году и рассчитанной до 2030 года. Модернизация условий жизни, труда и отдыха, формирование необходимой инфраструктуры являются залогом успешной реализации таких национальных проектов, как «Демография», «Здравоохранение», «Туризм и индустрия гостеприимства», «Образование», «Культура», «Безопасные и качественные дороги», «Жильё и городская среда», «Наука и университеты». Согласно экспертному анализу Аналитического центра при Правительстве Российской Федерации, социальные приоритеты главенствуют в десяти из семнадцати Целей устойчивого развития. К ним относятся следующие:

Цель 1 – «Ликвидация нищеты»

Цель 2 – «Ликвидация голода»

Цель 3 – «Хорошее здоровье и благополучие»

Цель 4 – «Качественное образование»

Цель 5 – «Гендерное равенство»

Цель 10 – «Уменьшение неравенства»

Цель 11 – «Устойчивые города и населенные пункты»

Цель 12 – «Ответственное потребление и производство»

Цель 16 – «Мир, правосудие и эффективные институты»

Цель 17 – «Партнёрство в интересах устойчивого развития» [2]

Социально ориентированная политика признана важнейшим фактором, который способствует развитию человеческого капитала и определяет степень устойчивости общественных отношений [3]. Она непосредственно влияет и на развитие среды жизнедеятельности. К настоящему времени довольно большое количество российских исследователей уделило внимание вопросам учёта социально-демографических особенностей в градостроительной деятельности. Основополагающие методы были представлены в работах В.Л. Глазычева, К.К. Карташовой, Л.Б. Когана, А.В. Крашенинникова, А.П. Кудрявцева, В.М. Мельниковой, А.В. Меренкова, Г.Д. Платонова, Н.Д. Потиненко, Б.Р. Рубаненко, Д.Г. Тонского, Ю.С. Янковской, З.Н. Яргиной и др. В начале XXI века в России было защищено несколько диссертаций, посвященных разработке и применению социально ориентированных методов в градостроительстве и архитектуре (Л.Ю. Анисимов, М.В. Благова, Е.А. Ещина, К.В. Кияненко, С.Б. Поморов, С.Н. Рыбаков, Д.Р. Кудашева, Н.А. Улинич и др.). Несмотря на постепенное повышение интереса к этому вектору исследований и наличие огромного количества публикаций, прежде всего в специализированном журнале «Социология города» (ВолГАСУ), методология социально ориентированного проектиро-

вания нуждается в совершенствовании. Проблема заключается в том, что арсенал методов, который применяется в архитектурном проектировании, не обладает достаточным разнообразием средств и желаемой эффективностью, что свидетельствует о необходимости дополнительного изучения инновационных подходов.

Материалы и методы

В ходе исследования была рассмотрена российская нормативная база устойчивого развития и проанализированы возможности её применения в архитектурном проектировании.

Основная работа, проведённая в рамках представленного исследования, была связана выявлением социально ориентированных средств архитектурного проектирования. Для этого были проведены целенаправленный отбор и последующий анализ более 120 жилых зданий и комплексов, а также университетских общежитий, расположенных в России и за рубежом. Для отбора релевантных примеров использовались открытые интернет-ресурсы – сайты популярных архитектурных журналов. Работа продолжалась также с информацией, размещённой на сайтах архитектурных бюро, занимавшихся проектированием или модернизацией жилья. Использовался контент-анализ текста и иллюстраций (чертежей, схем, 3D моделей и пр.), а также последующее накопление данных о количественных и качественных параметрах объектов в табличных формах. Затем в соответствии с предварительно намеченными критериями осуществлялась их сортировка, позволившая выявить типичные ситуации и тенденции.

Ниже в качестве иллюстраций использовано несколько аналитических схем, которые были выполнены в процессе работы.

Результаты

За последние несколько лет в России появился ряд документов, посвященных общим и прикладным вопросам устойчивого развития. В частности, к ним относятся такие стандарты, как ГОСТ Р ИСО 37120-2015 «Устойчивое развитие сообщества – Показатели городских услуг и качества жизни», ГОСТ Р 57274.1-2016 «Устойчивое развитие в строительстве – Часть 1: Общие положения», ГОСТ Р 57274.3-2016 «Устойчивое развитие в строительстве – Часть 3: Принципы оценки социальных показателей» и ГОСТ Р ИСО 37101-2018 «Устойчивое развитие в сообществах – Система менеджмента – Общие принципы и требования».

Анализ имеющихся практико-ориентированных разработок позволил обнаружить «крас-

ную нить» концепции устойчивого развития в Методике формирования индекса качества городской среды, утверждённой распоряжением Правительства РФ от 23.03.2019 г. № 510-р.

Следует также отметить, что вопросы соответствия параметров среды обитания потребностям населения учитываются в большинстве документов, касающихся добровольной экологической сертификации проектов, и известных как «зелёные» стандарты. Они являются инструментом, стимулирующим улучшение качества жизни. В их числе нашедшие применение в России BREEAM (Великобритания), LEED (США), Green Star (Австралия), Green Mark (Сингапур), DGNB (Германия), а также российская система GREEN ZOOM. Определённую роль сыграла также частично отменённая в середине 2022 года серия ПНЕТ от 2019 года «"Зелёные" стандарты – "Зелёные" технологии среды жизнедеятельности».

Поскольку социальные аспекты тесно связаны с повышением потребительских свойств условий проживания, основное внимание в ходе проведения исследования уделялось факторам, которые обеспечивают комфортность и безопасность объектов. Приведённые ниже примеры позволяют сосредоточиться на основных средствах, способствующих добрососедству, позволяющих оптимизировать функциональную структуру и визуальное восприятие жилой среды, помогающих снизить физиологический дискомфорт, связанный с тепловым и акустическим воздействием, и обеспечить сохранение жизни и здоровья людей.

На сегодняшний день удовлетворённость населения условиями среды жизнедеятельности неотделима от её социокультурной наполненности [4]. Фактором, повышающим привлекательность тех или иных территорий и объектов, является не только качество предоставляемых услуг, но и удобное расположение – вблизи линий и остановок общественного транспорта или в пешеходной доступности от мест работы и проживания [5, 6]. Именно поэтому стали заметны две важных тенденции, связанные с предпроектным этапом проектирования. Прежде всего, это **ориентация на прогноз изменения маятниковых миграций в результате предполагаемого строительства**, а также **анализ и учёт уже сложившейся инфраструктуры служебных объектов**. Первая исследовательская процедура позволяет предотвратить риски транспортного коллапса, вторая – избежать социальных и коммерческих конфликтов на почве рыночной конкуренции, что безоговорочно необходимо в интересах устойчивого развития.

В этом отношении следует обратить внимание на современные университетские обще-

жития, где необходимо обеспечить тесное взаимодействие всех структурных элементов даже при дефиците возможностей [7]. Одним из наглядных примеров стало студенческое общежитие, построенное в 2017 году в историческом центре столицы Чили Сантьяго. Компактное 11-этажное здание находится в пешеходной доступности от нескольких вузов и станции метро La Moneda. Архитекторы бюро RS Arquitectura добились результата, который соответствует запросам молодежи при уважительном отношении к контексту. Пространства, предназначенные только для студентов, – коворкинг и терраса, размещены в верхнем этаже здания. На первом этаже имеются помещения, доступные также и горожанам, – кафе, книжный магазин и тренажёрный зал. Помимо этого, в здании запроектирована двухуровневая подземная автопарковка и место для хранения велосипедов [8].

Иначе решаются вопросы развития инфраструктуры в структурах кампусного типа. Как компенсация транспортных сложностей в них приоритет отдан комфорту – бытовым и социальным услугам, развитым пешеходным связям. Поэтому отдельные включённые объекты являются звеньями единой системы, которая может служить социальным ядром и поражать своим разнообразием. Такой способ продемонстрирован в "Diagonal Besos" – компактном, детально спроектированном студенческом комплексе, расположенном на месте бывшей промзоны в агломерации Барселоны (Испания, 2019, авторы проекта – MDBA и POLO architects). Наличие большого количества частных общественных пространств позволяет студентам жить, работать и общаться не только друг с другом, но и с представителями других групп – преподавателями и приглашёнными учёными [9].

Пристальное внимание к обеспечению личной безопасности людей проявляется по-разному [10]. В эпоху устойчивого развития год от года повышается значение не только санитарных свойств конструкционных / отделочных материалов, противопожарных, антисейсмических и прочих мер, но и формированию локальных социальных сообществ. Простое межевание участков постепенно уступает место **формированию территориально и визуально ограниченных пространств, принадлежащих определённой группе собственников**. Чаще всего для этих целей используется конфигурация зданий, позволяющая предотвратить транзитные транспортные и пешеходные перемещения посторонних лиц. Такой приём характерен для самых разных градостроительных и природно-климатических условий. Он использован, к примеру, в проекте российского архитектурного бюро DROM для строительства кондоми-

ниума на улице Декабристов в Новосибирске, который был возведен в 2021 году в рамках проекта реконструкции застройки центральных районов города (рис. 1) [11], или в решении группы из двух семиэтажных жилых зданий, появившихся в новом, активно растущем районе на окраине Бангкока (Таиланд, 2017, авторы – Somdoon Architects) (рис. 2) [12].

Другой формой повышения социальной безопасности стал *кохаузинг* – тип жилой структуры, основанный на колинге – формате совместного проживания людей с общими интересами и намерениями [13]. Площадь квартир в кохаузинге, как правило, ограничена необходимым минимумом удовлетворения ежедневных бытовых нужд. При этом развита зона общедомовых пространств и помещений коллективного использования. Эксперименты с применением принципа колинга уже внедряются в проектирование объектов самого разного ценового диапазона и социально-демографического назначения [14]. В частности, заслуживает внимания жилой комплекс "Belle Vue", расположенный в северной части Лондона (Великобритания, 2019). Проект был разработан архитектурным

бюро Morris+Company и предназначен для семей, в составе которых есть люди старше 60 лет. Четыре жилых блока с коридорной системой имеют разную этажность и стыкуются друг с другом, подчиняясь сложному рельефу участка. Они объединены двором и подземным паркингом. Общественные пространства позволяют удовлетворять самые разнообразные запросы жильцов. Здесь предусмотрены библиотека, залы для проведения различных мероприятий и собраний, столовая, кафе и ресторан, оздоровительный центр с процедурными кабинетами, тренажерным залом, бассейном, сауной и баней. Крыши блоков комплекса эксплуатируемые. При этом одно- и двухкомнатные апартаменты класса «комфорт» и «бизнес» и площадью от 54 до 129 м² позволяют осуществить перепланировку согласно потребностям маломобильных граждан [15].

На протяжении последних 20 лет приобретает новый смысл забота о людях с ограниченными возможностями здоровья. Теперь фактор эргономического разнообразия оказывает влияние на все формы организации и оборудования пространств. В тренде так называемый

2021 РОССИЯ TOWER AND URBAN BLOCK / DROM



ПЛОЩАДЬ КОМПЛЕКСА: 55 850 КВ. М
КОЛ-ВО ЭТАЖЕЙ: 6-9-18
ЭТАЖНОСТЬ: 7-10-19

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ
ФУНКЦИИ:
БЫТОВЫЕ ПОМЕЩЕНИЯ,
ПАРКИНГ В СТИЛОБАТЕ,
КОММЕРЧЕСКИЕ ПОМЕЩЕНИЯ,
ОФИСНЫЕ ПОМЕЩЕНИЯ,
СПА-ЦЕНТР С БАССЕЙНОМ,
ЗОНЫ ОТДЫХА НА КРЫШЕ



- ЖИЛЬЕ
- ВЕСТИБУЛЬНАЯ ГРУППА ПОМЕЩЕНИЙ
- КОММЕРЧЕСКИЕ ПОМЕЩЕНИЯ
- КОММУНИКАЦИОННЫЕ ПОМЕЩЕНИЯ
- ПАРКИНГ

КВАРТИРОГРАФИЯ:
СТУДИИ, 1-4 КОМН. КВАРТИРЫ,
ДВУХУРОВНЕВЫЕ КВАРТИРЫ

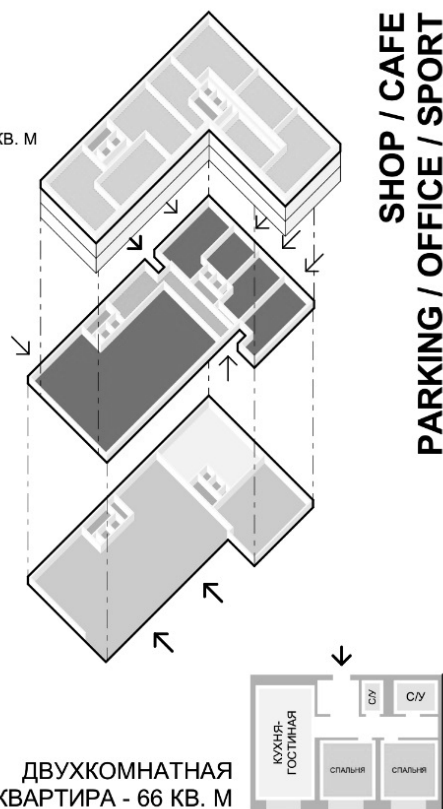


Рис. 1. Жилой комплекс «На Декабристов» в Новосибирске (источник [11] — в авторской интерпретации)
Fig. 1. Residential complex "On Decembrists" in Novosibirsk (source [11] – in the author's interpretation)

2016 ТАИЛАНД HASU HAUS / SOMDOON ARCHITECTS



ПЛОЩАДЬ КОМПЛЕКСА: 19 900 КВ. М
КОЛ-ВО ЭТАЖЕЙ: 7
ЭТАЖНОСТЬ: 7

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ:

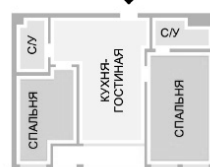
БЫТОВЫЕ ПОМЕЩЕНИЯ,
ТРЕНАЖЕРНЫЙ ЗАЛ,
БИБЛИОТЕКА,
БАССЕЙН,
ПАРКИНГ



- ЖИЛЬЁ
- ВЕСТИБ. ГРУППА ПОМЕЩЕНИЙ
- КОММУНИКАЦ. ПОМЕЩЕНИЯ
- ПАРКИНГ

КВАРТИРОГРАФИЯ:
1-2 КОМН. КВАРТИРЫ

ДВУХКОМНАТНАЯ
КВАРТИРА - 83 КВ. М



PARKING / SPORT / LIBRARY

Рис. 2. Жилой комплекс "Mori Haus" в Бангкоке (источник [12] — в авторской интерпретации)
Fig. 2. Mori Haus residential complex in Bangkok (source [12] - in the author's interpretation)

«**универсальный дизайн**», т. е. проектирование инклюзивных объектов, рассчитанных на категории людей с самыми разными физиологическими, антропометрическими и возрастными особенностями [16]. У универсального дизайна есть семь основных принципов, которые могут использоваться отдельно, но только их интеграция признаётся искомым результатом. Всемирно признанной площадкой наглядной демонстрации этих принципов стал небольшой многофункциональный комплекс "Enabling Village" в Сингапуре, который задумывался как место проживания и социальной активности людей с ограниченными возможностями (2015, архитекторы – WOHA). Средства универсального дизайна использовались здесь и в архитектурных решениях, и в ландшафтном дизайне и дизайне интерьеров, и при создании или подборе элементов навигации, освещения, арт-объектов. Все здания были соединены пандусами, лестничными площадками и лифтами между собой и с окружающим пространством. Благодаря этим мерам и размещению нескольких общественных служб, помогающих обучению и трудоустройству, комплекс не стал ме-

стом изоляции, а превратился в зону активной жизни [17].

Можно также констатировать, что безбарьерная среда постепенно превратилась в неотъемлемый атрибут доступного жилья [18, 19]. Например, в жилой группе "Akropolis" на окраине Амстердама (Нидерланды, 2017, архитектурное бюро Studioninedots) препятствия для перемещения отсутствуют в зданиях, во дворе и на прилегающей территории. Этот же комплекс может служить примером ещё одного подхода – **формирования** так называемых «**смешанных**» **сообществ**, когда в пределах одной структуры находятся не только квартиры для приобретения в собственность, но и арендное жильё, причём как социального найма, так и коммерческое. На жилых этажах запроектированы одно-, двух- и трехкомнатные квартиры разной площади, а первые этажи односекционных зданий заняты общественными хозяйственно-бытовыми помещениями, а также офисно-административными пространствами и медицинским центром [20].

Важной стороной проектирования устойчивой городской среды является уменьшение

рисков нарушения психического здоровья человека. Эта проблема самым тесным образом связана с *преодолением акустического и визуального дискомфорта среды*. В российской архитектурной практике уже давно для снижения воздействия шума используется два основных приёма – дистанцирование источников шумового воздействия и возведение экранирующих объектов. Оба приема нашли применение в проекте архитектурного бюро Студия44 при разработке концепции нового кампуса университета ИТМО в Санкт-Петербурге (начало проектирования – 2019 г.). Самый шумный объект – стадион удалён на достаточное от основных зданий расстояние, а сложный по форме объём главного учебного корпуса стал препятствием на пути распространения вглубь территории шума от транспортных магистралей [21].

Не меньшее значение для создания комфортных условий жизнедеятельности имеет *формирование зрительных образов, способствующих позитивному восприятию жизни, мира и городской среды*. Так называемый «мультисенсорный подход» постепенно становится всё более заметным явлением в архитектурном проектировании [22]. Одна из актуальных профессиональных задач – не допустить формирования избыточной монотонной и угнетающей застройки. Для преодоления негативного влияния образов окружающей среды на здоровье человека теперь используются самые различные инструменты – акценты в сценариях освоения пространства, различные приёмы интеграции объёмно-пространственных структур, пластическая, фактурная, текстурная и цветовая обработка фасадных поверхностей, изменение этажности, включение природных компонентов и др. [23].

В арсенале эффективных способов повышения визуального комфорта особое место занимают *«коллажный метод»* [24], *формирование «зрительных ансамблей»* или *разработка «сценариев» восприятия среды* [25]. Они могут охватывать как большие городские участки, так и небольшие локальные группы застройки. Примером целенаправленного применения «сценария» стало студенческое общежитие в Цюрихе при Швейцарской высшей технической школе (2016, авторы проекта – бюро architekttick). Динамичный «маршрут» / «путь» отражен архитекторами в организации территории и в формах зданий. Прямолинейность и строгость фасадов трёх корпусов общежития компенсируется со стороны двора округлостью стен, наличием стилобата с доступной для отдыха эксплуатируемой крышей и смелым противопоставлением материалов в стандартных деталях облицовки [26].

Формирование идентичной застройки, обладающей узнаваемым ментальным кодом и высокой художественной ценностью, способствует жизнеспособности среды городов и сёл [27]. Это может быть достигнуто разными способами. Довольно часто отдельные здания общежитий и жилых комплексов или секций, из которых они состоят, решаются нестандартными композиционными средствами. Может использоваться даже контраст [28]. Так, *сочетание различных пластических и декоративных приёмов* можно увидеть в московском жилом комплексе «Западный порт» (Россия, 2020). Профессионалы из трёх архитектурных бюро – ADM, SPEECH и ТПО Резерв объединили на участке прямоугольной формы в 10,6 га пять кварталов, включив в них дома от 5 до 20 этажей. Дизайн-код застройки был разработан коллегиально: каждое бюро несло ответственность как минимум за три секции в пределах каждого квартала. При этом общая стилистика фасадов едина за счёт использования облицовочного кирпича, навесных фасадных панелей, металлокассет и чередования керамогранита разных цветов и оттенков – белого, бежевого, серого, антрацитового и коричневого. Основу архитектурного языка этого жилого комплекса составили тёмные оконные рамы, панорамное остекление лестничных клеток, декорированные корзины для кондиционеров, французские балконы и открытые лоджии, фасадная подсветка, а также контрастные вставки и элементы [29].

Обсуждение

Проведённое исследование показало, что в настоящее время социально ориентированное проектирование объектов недвижимости динамично развивается. В теорию и практику внедряются новые идеи организации среды жизнедеятельности, способствующие улучшению самочувствия людей и предотвращению социальных конфликтов. Отмечено, что постоянно пополняющийся арсенал средств базируется на ряде целевых установок – принципов, которые позволяют разрабатывать архитектурно-планировочные решения более высокого качества. Довольно часто это определяется заказчиками и проектировщиками уже на предпроектном этапе, а продолжается в ходе разработки проекта при взаимодействии с потенциальными жителями или посетителями. К такой работе привлекаются специалисты из смежных отраслей – социологи, психологи, девелоперы, а также представители местной власти. Контент-анализ позволил также обратить внимание на то, что в рамках одного ценового диапазона строительство объектов

более высокого качества выполняется архитектурными бюро, команды которых включают архитекторов-концептуалистов.

Одним из итогов работы стало выделение важных проблем учёта социальных факторов в архитектурном проектировании, препятствующих повышению устойчивости жилой среды.

Задача формирования среды с оптимальным набором социальных услуг достаточно противоречива. Создание услуговой инфраструктуры в рыночных условиях осложнено недостаточной изученностью закономерностей спроса предпринимателей на арендные помещения. Очевидно, что он меняется в разных социально-экономических и градостроительных условиях. Отсутствие научного обоснования приводит к нарушению социально-экономического баланса: избыток арендных пространств провоцирует снижение рентабельности малого бизнеса, а их нехватка – к неудовлетворенности населения. Успех решений так или иначе обуславливается способами организации инфраструктуры – приемами внедрения в систему планировки и застройки, а также типологическими особенностями объектов – их многообразием, параметрами, доступностью и т. п.

С экономическими аспектами устойчивого развития связаны и другие вопросы повышения комфортности жилой среды. В частности, к ним относится внедрение средств, улучшающих внешний облик застройки, и использование инженерных и конструктивных мер обеспечения безопасности и энергоэффективности зданий. Несмотря на наличие достойных примеров использования заводских технологий, остаётся открытым вопрос о снижении стоимости жилья без ущерба его внешнему облику, тепловому и акустическому комфорту.

Выводы. Систематизация результатов изучения теоретических основ и примеров из практики отечественных и зарубежных архитектурных бюро позволяет сформулировать ряд ключевых принципов социально ориентированного проектирования, которые соответствуют Целям устойчивого развития и задачам адаптации проектных решений к потребностям людей. В их числе выделены следующие:

- комплексность (приоритет проектирования и строительства многофункциональных объектов);
- рациональная доступность мест реализации бытовых, трудовых и досуговых потребностей;
- социальная интеграция (расселение на одной территории единомышленников с разным социальным статусом и финансовыми возможностями);

- инклюзивность (учет потребностей и возможностей маломобильной группы населения);
- компактность (предотвращение разрастания городов и рациональное использование участков для строительства);

- функциональная дифференциация процессов жизнедеятельности (общие – личные; дневные – ночные; тихие – шумные; безопасные – опасные и т. п.);

- вариативность (наличие альтернативы);
- адаптивность (возможность изменения среды по мере изменения потребностей);
- визуальная комфортность (преодоление монотонности и агрессивности архитектурного облика).

Таким образом, результатом работы стало выявление важнейших прикладных социально ориентированных методов и их систематизация. Также подтверждена актуальность разработки и внедрения широкого спектра новых способов, приёмов и средств, способствующих достижению Целей устойчивого развития городов и населённых пунктов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Нотман О.В. Индексный метод оценки качества городской среды: международный и российский опыт // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 1: Регионоведение: философия, история, социология, юриспруденция, политология, культурология. 2021. № 2 (279). С. 89–99. DOI: 10.53598/2410-3691-2021-2-279-89-99.
2. Добровольный национальный обзор хода осуществления Повестки в области устойчивого развития на период до 2030 года. Минэкономразвития России [Электронный ресурс]. URL: <https://www.economy.gov.ru/material/file/dcbc39abeafb0418d9d48c06c958e454/obzor.pdf> (дата обращения: 06.02.2021).
3. Лубский А.А. Развитие человеческого капитала как основа экономического роста // Педагогическое образование и наука. 2020. № 3. С. 11–15.
4. Каракова Т.В., Чергизова Х.А. Влияние социально-культурного пласта на формирование архитектурной среды публичных пространств города // Градостроительство и архитектура. 2022. Т.12, № 1(46). С. 98–103. DOI: 10.17673/Vestnik.2022.01.12.
5. Страшнова Ю.Г., Макарова И.Е. Социально-демографические аспекты формирования социальной инфраструктуры города Москвы // Строительство: наука и образование. 2018. Т. 8. № 1 (27). С. 5. DOI: 10.22227/2305-5502.2018.1.5.
6. Кормина А.А. Комбинированные воздействия факторов жилой среды на благополучие населения города // Градостроительство и архитектура. 2021. Т. 11, № 3 (44). С. 128–137. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.03.18.

7. Popov A.V., Melnikova I.B., Potapova P.A. The Architecture of the Residential Environment for Students: Inter University Student Campuses. *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems*. 2020. T.12. № S3. С. 1255–1262. DOI: 10.5373/JARDCS/V12SP3/201374.
8. Livinn Santiago / RS Arquitectura. ArchDaily [Электронный ресурс]. URL: <https://www.archdaily.com/890847/livinn-santiago-rs-arquitectura> (дата обращения: 01.12.2021).
9. Student Housing Diagonal Besos / MDBA. ArchDaily. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.archdaily.com/926589/student-housing-diagonal-besos-mdba> (дата обращения: 01.12.2021).
10. Генералов В.П., Генералова Е.М. Образ жизни, архитектура и качество городской среды // Градостроительство и архитектура. 2021. Т. 11, № 1 (42). С. 160–168. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.01.20.
11. ЖК «На Декабристов» [Электронный ресурс]. URL: <https://archi.ru/projects/russia/11323/zhk-na-dekabristov> (дата обращения: 01.12.21).
12. Mori Haus Residence / Somdoon Architects. ArchDaily [Электронный ресурс]. URL: <https://www.archdaily.com/946761/mori-haus-residence-somdoon-architects> (дата обращения: 15.10.21).
13. Вавилова Т.Я., Жданова И.В., Бахарева Ю.А., Каясова Д.С. Barrier-Free Environment as an Indicator of Sustainable Development of the City. Priorities and Experience in Samara (Russia) // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. International Science and Technology Conference (Fareastcon 2020) 6th-9th October 2020, Russky Island, Russia. 2021. С. 022032. DOI: 10.1088/1757-899X/1079/2/022032.
14. Petkovic S., Nikolic M., Stoiljkovic B. Co-Living and Co-Housing: Similarities and Differences // Архитектура. Строительство. Образование. 2020. № 2 (16). С. 22–31. DOI: 10.18503/2309-7434-2020-2(16)-22-31.
15. Belle Vue Senior Residence / Morris+Company. ArchDaily [Электронный ресурс]. URL: <https://www.archdaily.com/922550/belle-vue-senior-residence-morris-plus-company> (дата обращения: 01.11.21).
16. Матвеев В.Д., Копьёва А.В., Масловская О.В. Формирование городских парков на сложном рельефе на основе принципов универсального дизайна // Новые идеи нового века: материалы международной научной конференции ФАД ТОГУ. 2021. Т. 2. С. 250–254.
17. Enabling Village / WOHA. Archdaily. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.archdaily.com/801850/enabling-village-woha> (дата обращения: 01.11.21).
18. Vavilova T. Social-Oriented Methods as a Promising Tool for Russian Affordable Housing Design // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. International Science and Technology Conference “FarEastCon 2019”. 2020. С. 032014. DOI: 10.1088/1757-899X/753/3/032014.
19. Жоголева А.В., Терягова А.Н. Этапы развития гуманной жилой среды как устойчивой средовой системы // Приволжский научный журнал. 2016. № 2 (38). С. 138–144.
20. Residential Complex on Zeeburger Island / Studioninedots. ArchDaily. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.archdaily.com/883543/residential-complex-on-zeeburger-island-studioninedot#> (дата обращения: 15.10.21).
21. ИТМО Хай парк / Студия 44. ArchDaily [Электронный ресурс]. URL: <https://studio44.ru/projects/itmo-hajpark-universitetskij-kompleks-sankt-peterburgskogo-nacional-nogo-issledovatel-skogo-universiteta-informacionnyh-tehnolog/> (дата обращения: 01.12.2021).
22. Мухитов Р.К., Гордеева А.Э. Нейроархитектура: архитектура, влияющая на чувства людей // Известия КГАСУ. 2022. № 2 (60). С.59–71.
23. Zhdanova I.V., Kayasova D.S., Kuznetsova A.A. Principles of the Inclusion Green Spaces in the Public Area of a Residential Building // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Сер. “International Science and Technology Conference “Earth Science”, ISTC EarthScience 2022 – Chapter 3.” 2022. С. 042023. DOI: 10.1088/1755-1315/988/4/042023.
24. Самогоров В.А., Зубкова И.И. Градообразующие элементы формирования «коллажного» образа города // Градостроительство и архитектура. 2020. Т. 10, № 3 (40). С. 164–169. DOI: 10.17673/Vestnik.2020.03.20.
25. Каракова Т.В., Данилова А.В. Роль «зрительных ансамблей» в формировании аттрактивного образа объекта архитектуры // Градостроительство и архитектура. 2021. Т. 11, № 4 (45). С. 132–137. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.04.16.
26. TWIST Studentisches Wohnen ETH Zürich / architektick. ArchDaily [Электронный ресурс]. URL: <https://www.archdaily.com/906697/twist-studentisches-wohnen-eth-zurich-architektick> (дата обращения: 01.12.2021).
27. Дуцев М.В. Современный город. Живые реальности истории // Градостроительство и архитектура. 2021. Т.11, № 2 (43). С. 139–154. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.02.19.
28. Самогоров В.А., Конкина Е.Д. Теория цветовых контрастов Йоханнеса Иттена // Градостроительство и архитектура. 2021. Т. 11, № 3 (44). С. 97–103. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.03.14.
29. Жилой комплекс «Западный порт», 1 очередь [Электронный ресурс]. URL: <https://archi.ru/projects/russia/9820/zhiloi-kompleks-zapadnyi-port-ochered> (дата обращения: 15.11.21).

REFERENCES

1. Notman O.V. Index Method of Urban Environment Quality Assessment: International and Russian Experience. *Vestnik Adygejskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija 1: Regionovedenie: filosofija, istorija, sociologija, jurisprudencija, politologija, kul'turologija* [Bulletin of Adygea State University. Series 1: Regional Studies: Philosophy, History, Sociology, Jurisprudence, Political Science, Cultural Studies], 2021, no. 2(279),

pp. 89–99. (in Russian) DOI: 10.53598/2410-3691-2021-2-279-89-99

2. Voluntary National Review of the Implementation of the 2030 Agenda for Sustainable Development. Ministry of Economic Development of Russia. Available at: <https://www.economy.gov.ru/material/file/dcbc39abeafb0418d9d48c06c958e454/obzor.pdf> (accessed 06 February 2021).

3. Lubsy A.A. Development of human capital as the basis of economic growth. *Pedagogicheskoe obrazovanie i nauka* [Pedagogical Education and Science], 2020, no. 3, pp. 11–15. (in Russian)

4. Karakova T.V., Chergizova Kh.A. Influence of the Socio – Cultural Layer on the Formation of the Archi- tectural Environment of Public Spaces of the City. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2022. vol. 12, no. 1, pp. 98–103. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2022.01.12

5. Strashnova Yu.G., Makarova I.E. Socio-demographic aspects of the formation of the social infrastructure of the city of Moscow. *Stroitel'stvo: nauka i obrazovanie* [Building: Science and Education], 2018, vol. 8, no. 1(27), P. 5. (in Russian) DOI: 10.22227/2305-5502.2018.1.5

6. Kormina A.A. Combined Effects of the Living Environment on the Well-Being of the City Population. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2021, vol. 11, no. 3, pp. 128–137. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2021.03.18

7. Popov A.V., Melnikova I.B., Potapova P.A. The Architecture of the Residential Environment for Students: Inter University Student Campuses. *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems*. 2020. V.12. I. S3. P. 1255–1262. DOI: 10.5373/JARDCS/V12SP3/201374.

8. Livinn Santiago / RS Arquitectura. ArchDaily. Available at: <https://www.archdaily.com/890847/livinn-santiago-rs-arquitectura> (accessed 01 December 2021).

9. Student Housing Diagonal Besos / MDBA. ArchDaily. Available at: <https://www.archdaily.com/926589/student-housing-diagonal-besos-mdba> (accessed 01 December 2021).

10. Generalov V.P., Generalova E.M. Lifestyle, Architecture and Quality of the Urban Environment. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2021, vol. 11, no. 1, pp. 160–168. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2021.01.20

11. LCD “On Decembrists”. Available at: <https://archi.ru/projects/russia/11323/zhk-na-dekabristov> (accessed 01 December 2021).

12. Mori Haus Residence / Somdoon Architects. ArchDaily. Available at: <https://www.archdaily.com/946761/mori-haus-residence-somdoon-architects> (accessed 15 October 2021).

13. Vavilova T.Ya., Zhdanova I.V., Bakhareva Yu.A., Kayasova D.S. Barrier-Free Environment as an Indicator of Sustainable Development of the City. Priorities and Experience in Samara (Russia). IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. International Science

and Technology Conference (Fareastcon 2020) 6th-9th October 2020, Russky Island, Russia. 2021. P. 022032. DOI: 10.1088/1757-899X/1079/2/022032

14. Petkovic S., Nikolic M., Stoilkovic B. Co-Living and Co-Housing: Similarities and Differences. *Arhitektura. Stroitel'stvo. Obrazovanie* [Architecture. Construction. Education], 2020, no. 2(16), pp. 22–31. (in Russian) DOI: 10.18503/2309-7434-2020-2(16)-22-31

15. Belle Vue Senior Residence / Morris+Company. ArchDaily. Available at: <https://www.archdaily.com/922550/belle-vue-senior-residence-morris-plus-company> (accessed 11 November 2021).

16. Matveenkov V.D., Kopyova A.V., Maslovskaya O.V. The formation of city parks on a complex relief based on the principles of universal design. *Novye idei novogo veka: materialy mezhdunarodnoj nauchnoy konferencii FAD TOGU* [New ideas of the new century: materials of the international scientific conference of the FAD TOGU], 2021, V.2, pp. 250–254. (In Russian).

17. Enabling Village / WOHA. Archdaily. Available at: <https://www.archdaily.com/801850/enabling-village-woha> (accessed 01 December 2021).

18. Vavilova T. Social-Oriented Methods as a Promising Tool for Russian Affordable Housing Design. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. International Science and Technology Conference “FarEastCon 2019”. 2020. P. 032014. DOI: 10.1088/1757-899X/753/3/032014

19. Zhogoleva A.V., Teryagova A.N. Stages of development of humane living environment as a stable environmental system. *Privolzhskij nauchnyj zhurnal* [Volga Scientific Journal], 2016, no. 2(38), pp. 138–144. (in Russian)

20. Residential Complex on Zeeburger Island. Studioninedots. ArchDaily. Available at: <https://www.archdaily.com/883543/residential-complex-on-zeeburger-island-studioninedot> (accessed 15 October 2021).

21. ITMO High Park/Studio 44. ArchDaily. Available at: <https://studio44.ru/projects/itmo-hajpark-universitetskij-kompleks-sankt-peterburgskogo-nacional-nogo-issledovatel-skogo-universiteta-informacionnyh-tehnolog/> (accessed 01 December 2021).

22. Mukhitov RK, Gordeeva AE Neuroarchitecture: architecture that affects people's feelings. *Izvestija KGASU* [Izvestia KGASU], 2022, no. 2(60), pp. 59–71. (in Russian)

23. Zhdanova I.V., Kayasova D.S., Kuznetsova A.A. Principles of the Inclusion Green Spaces in the Public Area of a Residential Building. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. “International Science and Technology Conference “Earth Science”, ISTC EarthScience 2022 – Chapter 3.” 2022. P. 042023. DOI: 10.1088/1755-1315/988/4/042023

24. Samogorov V.A., Zubkova I.I. City-forming elements of formation of the “collage” image of the city. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2020, vol. 10, no. 3, pp. 164–169. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2020.03.20

25. Karakova T.V., Danilova A.V. Role of "Visual Ensembles" in the Formation of Attractive Image of the Architecture Object. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2021, vol. 11, no. 4. pp. 132–137. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2021.04.16

26. TWIST Studentisches Wohnen ETH Zürich / architektick. ArchDaily. Available at: <https://www.archdaily.com/906697/twist-studentisches-wohnen-eth-zurich-architektick> (accessed 01 December 2021).

27. Dutsev M.V. A modern city. living realities of history. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2021, vol. 11, no. 2, pp. 139–154. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2021.02.19

28. Samogorov V.A., Konkina E. D. Johannes Itten: the Seven Color Contrasts. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2021, vol. 11, no. 3, pp. 97–103. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2021.03.14

29. Residential complex "West Port," 1st stage. Available at: <https://archi.ru/projects/russia/9820/zhiloi-kompleks-zapadnyi-port-ochered> (accessed 15 November 2021).

Об авторе:

ВАВИЛОВА Татьяна Яновна

кандидат архитектуры, доцент,
профессор кафедры архитектуры жилых
и общественных зданий
Самарский государственный технический университет
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: vatatyan63@yandex.ru

VAVILOVA Tatiana Y.

PhD in Architecture, Associate Professor, Professor of the
Architecture of Residential and Public Buildings Chair
Samara State Technical University
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244
E-mail: vatatyan63@yandex.ru

Для цитирования: Вавилова Т.Я. Актуальные тренды архитектурного проектирования в эпоху устойчивого развития. Часть 2. Учёт социальных факторов // Градостроительство и архитектура. 2024. Т. 14, № 1. С. 126–135. DOI: 10.17673/Vestnik.2024.01.14.

For citation: Vavilova T.Ya. Current architectural design. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2024, vol. 14, no. 1, pp. 126–135. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2024.01.14.



ЦЕНТР «ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ»



Повышение энергетической эффективности зданий и сооружений и оптимизации работы систем отопления, вентиляции, горячего водоснабжения; исследование теплофизических характеристик строительных и теплоизоляционных материалов; разработка новых инженерных методов теплофизического расчёта строительных ограждающих конструкций; разработка нормативной документации по расчёту и проектированию строительных ограждающих конструкций



ВЫТЧИКОВ Юрий Серафимович
кандидат технических наук



443001, г. Самара, Молодогвардейская, 194
(846) 339-14-76, 339-14-55
git.2008@mail.ru

С. В. ВАЛИУЛИНА
Е. А. ТЕМНИКОВА

УРБАНИСТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ПРОЕКТИРОВАНИЮ В РАЗЛИЧНЫХ АСПЕКТАХ ДИЗАЙНА

URBAN APPROACH TO DESIGN IN VARIOUS ASPECTS OF DESIGN

В статье детально рассматривается концепция урбанистического подхода к проектированию в различных аспектах дизайна. Рассмотрены вопросы дизайна, сопряжённые с городским образом жизни и, как его неотъемлемой части, урбанистической структурой. Описано 10 принципов современного урбанизма. Урбанистический подход к проектированию включает в себя рассмотрение городской среды в целом и учет ее особенностей при создании новых объектов. Одним из важных аспектов дизайна в городской среде является планирование пространства с учетом принципов урбанизма. Многие аспекты дизайна учитывают принципы урбанизма в полной мере, некоторые частично. Дизайн городской среды и дизайн одежды стремятся создать комфортную среду для человека, следуя урбанистическому подходу. Различные сферы дизайна, такие как дизайн городской среды, графический и промышленный дизайн, а также дизайн одежды имеют общую цель – создание функциональных и эстетически привлекательных объектов. Дизайнеры во всех сферах должны учитывать потребности и предпочтения пользователей, а также технические и экономические ограничения.

Ключевые слова: урбанистический подход к проектированию, одежда и урбодизайн, городская среда, аспекты дизайна, планирование пространства, создание функциональных и эстетически привлекательных объектов, дизайн одежды, дизайн городской среды, урбанистическая структура

В современном мире дизайн проникает во все сферы деятельности человека – от архитектуры и строительства до дизайна одежды и обуви. Дизайн придает удобство и функциональность, так необходимые для жизни. Следуя принципам дизайна, современный человек получает эргономичные и максимально функциональные среду и предметы. Бесспорно, это помогает как при проектировании, так и при реализации проекта.

Следуя принципам дизайна, можно сделать любые предметы эргономически-целесообразными, комфортными и при этом эстетически привлекательными. Именно поэтому

This article discusses in detail the concept of an urban approach to design in various aspects of design. The design issues associated with the urban lifestyle, as its integral part, urban structure are considered. 10 principles of modern urbanism are considered. The urban approach to design includes consideration of the urban environment as a whole and taking into account its features when creating new objects. One of the important aspects of design in an urban environment is space planning taking into account the principles of urbanism. Many aspects of design take into account the principles of urbanism in full, some partially. Urban environment design and fashion design strive to create a comfortable environment for a person, following an urban approach. Various fields of design, such as urban environment design, graphic and industrial design, as well as fashion design have a common goal - to create functional and aesthetically attractive objects. Designers in all areas must take into account the needs and preferences of users, as well as technical and economic constraints.

Keywords: urban approach to design, clothing and urban design, urban environment, design aspects, space planning, creation of functional and aesthetically attractive objects, fashion design, urban environment design, urban structure

дизайн является столь популярным в условиях современной жизни.

В первую очередь, дизайнерские вещи выделяются среди других своей внешней стороной, демонстрируя гармонично выверенные формы и интересные поверхности. Хотя в более широком смысле дизайн-вещам наряду с высокой степенью художественного конструирования все же больше свойственны улучшенные внутренние качества – функциональность и удобство.

При этом важно отметить, что дизайнерские среда и вещи участвуют, например, в решении социально-технических проблем функ-

ционирования производства и потребления, а также существования людей в предметной среде, путём рационального построения её визуальных и функциональных свойств.

Таким образом, дизайн – это проектное творчество, которое проявляется в том, чтобы сделать что-то красивым, удобным, функциональным. Важно отметить, что дизайнер должен учитывать множество аспектов при создании проекта, включая экономические и экологические вопросы. Соблюдение принципов дизайна при проектировании формирует специфический вид среды и вещей – лаконичный, ясный, эффектный.

Дизайн тесно связан с городским образом жизни и является неотъемлемой частью урбанистической структуры. Дизайн определяет внешний вид зданий, улиц, парков и других объектов городской инфраструктуры, оказывает влияние на комфортность и безопасность горожан, создание удобных и функциональных пространств для жизни, работы и отдыха. Современный городской дизайн учитывает потребности различных групп населения, стремясь удовлетворить запросы всех групп. Дизайн в условиях урбанизма формирует также одежду человека – комфортную, функциональную, удобную, при этом лаконичную и эффектную во внешнем проявлении.

Город формирует определенную среду жизни, определенные принципы построения всех систем внутри городского сообщества. Развитием городских систем и сообществ занимается наука урбанистика, которая существует на стыке архитектуры, социологии, экономики, географии, экологии и госуправления. Урбанистика совмещает в себе достижения гуманитарных, социальных и технических направлений для создания более комфортной среды города. Можно охарактеризовать урбанистику как науку, служащую для того, чтобы сделать города и условия жизни в них лучше. Важно отметить, что урбанистика включает в себя специфический городской дизайн, сосредоточенный на эстетике города.

Существует ряд научных трудов по исследованию принципов урбанизма. В.М. Мельникова и Н.А. Масталерж подытожили различные исследования, выделив так называемые десять принципов разумного урбанизма [1]. Соблюдение этих принципов при проектировании городской среды, а также различных объектов создают качественно лучшую жизнь в условиях города.

Основные постулаты принципов урбанизма

1) Соблюдать баланс с природой. Это один из наиболее важных принципов, он означает,

что необходимо внимательно следить за состоянием экологии и компенсировать любой вред, который урбанизм наносит природе. При этом важно отметить, что урбанистический подход соблюдения баланса с природой все более активно распространяется в городской среде.

2) Уважать традиции и культуру жителей, развивать и поддерживать их специфичность, а не пытаться навязать изменения.

3) Использовать экологически целесообразную технологию. Это значит, что нужно применять те ресурсы, системы инфраструктуры, а также строительные методы, которые будут наиболее целесообразными. Например, максимально использовать мощности местных предприятий.

4) Создавать зоны для комфортного общения и прогулок. Это значит, что необходимо давать жителям как можно больше возможностей для общения, встреч и совместных занятий. Важно отметить, что идеальное общественное пространство города соответствует структуре социальных отношений горожан. В городе необходимо устройство парков, игровых площадок для детей и торговых центров.

5) Быть эффективным. Территорию города следует оптимально использовать для всех видов деятельности жителей. Например, игровых площадок должно быть такое количество, какое необходимо, чтобы обеспечить комфортное пребывание в них детей.

6) Уважать человеческий масштаб. Это значит, что городское пространство должно быть спроектировано так, чтобы человек мог удовлетворить максимум своих потребностей, передвигаясь пешком. Магазины продуктов или школа должны быть в пешей доступности, а не на другом конце города. Или, в крайнем случае, рядом с остановкой транспорта.

7) Создать матрицу возможностей. То есть стремиться к тому, чтобы максимально нивелировать экономическое и гендерное неравенство и дать человеку из любой группы равные возможности для развития.

8) Интегрироваться в регион. Необходимо взаимодействовать с местностью, в которой город расположен, а не опустошать ресурсы данной местности.

9) Создать систему сбалансированного движения. В городе необходимо гармонично развивать различные транспортные системы: общественный транспорт, автомобильные дороги, велослужбы и пешеходные тротуары.

10) Быть целостным с точки зрения общественных институтов. Разумный урбанизм возможен только в рамках подотчетных, прозрачных и демократических властных структур. Граждане должны иметь возможность участвовать в про-

цедурах городского планирования через общественные слушания и другие институты.

Обобщая, можно сказать следующее: принципы урбанизма заключаются в балансе с природой, экологически целесообразных технологиях, в балансе с традициями, в региональной интеграции, человеческом масштабе, матрице возможностей, общении, свободном времяпрепровождении, эффективности, сбалансированном движении, институциональной целостности.

Следование принципам урбанизма улучшает качество жизни: повышает транспортную доступность, уменьшает заторы на дорогах, делает экономические и социальные выгоды более доступными, способствует развитию местных сообществ, создает среду для самосовершенствования, облегчает жизнь немобильным группам населения.

Урбанистический подход с точки зрения приложения дизайн-проектирования в различных сферах жизнедеятельности человека

1. *Градостроительство.* Урбанистический подход в градостроительстве включает в себя учет функциональной загрузки территории, ее инфраструктуры, создание оптимальной сети транспортных коммуникаций.

2. *Архитектура.* При проектировании зданий урбанистический подход предусматривает учет архитектурного контекста, соответствие стиля и формы окружающей застройке, удобство использования здания в контексте городской среды.

3. *Ландшафтный дизайн.* При благоустройстве территорий урбанистический подход предусматривает создание гармоничного сочетания природы и городской застройки, обеспечение комфортных условий для жизни и отдыха горожан. Важно отметить, что дизайн

городской среды может быть использован как инструмент для привлечения туристов и развития экономики. Он может создавать уникальные и запоминающиеся образы города, которые станут его визитной карточкой.

4. *Дизайн интерьеров.* В урбанистическом подходе к дизайну интерьеров уделяется внимание функциональности, эргономике и соответствию общей концепции городской среды.

5. *Дизайн одежды.* При урбанистическом подходе к дизайну одежды предъявляются требования учитывать особенности городской среды и ее требования к комфорту и практичности. Это может включать использование прочных материалов, удобных функциональных элементов, а также соответствие общей эстетике городской культуры и моды.

6. *Промышленный дизайн.* В урбанистическом подходе к промышленному дизайну уделяется внимание созданию функциональных и эстетических решений, соответствующих общей концепции городской среды и ее потребностям.

7. *Графический дизайн.* При создании графических элементов урбанистический подход предполагает учет особенностей городской культуры и ее символики, а также создание узнаваемых и легко воспринимаемых элементов дизайна.

Принципы урбанизма в различных аспектах дизайна

Рассмотрим, как принципы урбанизма реализуются в различных аспектах дизайна более подробно.

Принципы баланса с природой и использование экологически целесообразных технологий — пожалуй, наиболее важные принципы с точки зрения современности (рис. 1).

Мы видим реализацию этих принципов в виде разнообразного привнесения темы эко-



Рис. 1. Примеры дизайна городского пространства и дизайна одежды, сформированные под влиянием урбанистического принципа баланса с природой
Fig. 1. Examples of urban space design and clothing design, formed under the influence of the urban principle of balance with nature

логичности в общественном пространстве, интерьере, промышленном дизайне и одежде.

Важным аспектом дизайна в городской среде является использование экологически чистых материалов и технологий. В общественном пространстве и интерьере дизайнеры предпочитают применять натуральные материалы, которые будут не только приятны тактильно, но и в дальнейшем смогут легко и быстро перерабатываться. Урбанистический подход в дизайне городской среды используется и для решения экологических проблем, таких как загрязнение воздуха и воды, утилизация отходов и сохранение природных ресурсов. Это помогает максимальному сохранению природной среды и бережному отношению к потреблению ресурсов.

В промышленном дизайне – использование, где это возможно, натуральных материалов при изготовлении продукции, а также перестроение производства в сторону уменьшения отходов.

В одежде — это активное использование натуральных тканей при производстве одежды; затем проектирование такой одежды, которая будет лучше перерабатываться; внедрение методов апсайклинга в производственный цикл одежды.

Важно отметить, что дизайн в условиях города ориентирован на сохранение природной среды и бережное отношение к ресурсам.

Следующие два принципа – принцип поддержки культуры и традиций и принцип интеграции в регион – для жителей города (рис. 2).

Реализация этих принципов урбанизма в различных сферах дизайна включает в себя рассмотрение специфики местности и погодных условий, а также исторически сложившегося населения городской среды. Учет особенностей необходимо при создании новых объектов и вещей.

Дизайн в общественной городской среде при реализации задач оформления инфра-

структуры может быть использован для создания уникального и запоминающегося облика города, выделения его индивидуальных особенностей. Специфика культуры исторически сложившегося поселения должна определять дизайн объектов городской инфраструктуры, таких как здания, мосты, фонтаны, скульптуры и малые архитектурные формы. Специфические дизайны этих объектов могут стать символами города и привлекать туристов.

Дизайн интерьеров также может опираться на культурное наследие населения определенного городского поселения. Одним из примеров нашей великой культуры является традиционный русский стиль в интерьере, вобравший в себя все лучшее, что было создано народом и который необходимо возродить или хотя бы познакомиться с ним молодому поколению [2]. Дизайн интерьеров, как правило, вдохновлен культурным наследием и традициями. Такой подход особенно эффективен при создании дизайна интерьера в местных музеях, исторических домах, ресторанах и отелях, что помогает сохранить уникальность культурного наследия и распространить знания о местной культуре и традициях. Интерьер дома, выполненный несколько десятилетий назад, отражает традиционный стиль дизайна, характерный для этого региона или страны. В разных географических областях используются различные материалы, применяются разные цвета и рисунки, следуют определенным традициям и обычаям. Сохранение и восстановление таких интерьеров помогает сохранить культурное наследие и традиции, а также предоставляет возможность узнать больше о жизни населения и их истории.

В дизайне костюма принципы поддержки культуры и интеграции в регион реализуются в том, что современный костюм нередко обогащается национальными элементами. Народ-



Рис. 2. Примеры дизайна городского пространства и дизайна одежды, сформированные под влиянием урбанистического принципа поддержки культуры и традиций

Fig. 2. Examples of urban space design and clothing design, formed under the influence of the urban principle of supporting culture and traditions

ный и исторический светский костюмы могут давать идеи для современных решений. Особенно явно может проявляться исторический костюм той местности, где находится город. Современный горожанин готов воспринимать цитаты исторического костюма, следуя культурным традициям своих предшественников [3, 4].

В графическом дизайне нередко проявляется символика, связанная с культурными традициями населения и местными достопримечательностями.

Принцип общения и свободного времяпрепровождения горожан имеет выражение в разных сферах дизайн-проектирования (рис. 3).

Дизайн городской среды учитывает данный принцип урбанизма следующим образом: он помогает создавать гармоничную и функциональную городскую среду, которая соответствует потребностям и желаниям жителей. Формируются точки и узлы в городской среде, где горожане могут встретиться и пообщаться. В любом городе создаются места отдыха для горожан. Актуальным приложением художе-

ственного проектирования дизайнера становятся объекты малых архитектурных форм, таких как скамьи, беседки, зоны парков и скверов.

В архитектуре и дизайне интерьера всегда выделяются помещения и пространства для отдыха и общения горожан. Создаются целые комплексы, которые несут функцию объединения через общение людей в процессе их отдыха: кафе и рестораны, клубы и кинотеатры, дома отдыха и санатории.

В дизайне одежды этот принцип выражается достаточно ярко. Потребителю предлагается большое количество вариантов одежды для встреч с друзьями, для презентаций себя в обществе. Одежда насыщена знаками, которые несут личностную информацию, например принадлежности к определенной субкультуре. Специфика дизайна одежды дает возможность индивидууму следовать определенным социальным ролям.

Несколько принципов урбанизма – эффективность, соблюдение человеческого масштаба и сбалансированное движение – проявляются во многих сферах художественного конструирования (рис. 4).



Рис. 3. Примеры дизайна городского пространства и дизайна одежды, сформированные под влиянием урбанистического принципа общения и свободного времяпрепровождения горожан
Fig. 3. Examples of urban space design and clothing design, formed under the influence of the urban principle of communication and the free pastime of citizens



Рис. 4. Примеры дизайна городского пространства и дизайна одежды, сформированные под влиянием урбанистических принципов эффективности, соблюдения человеческого масштаба и сбалансированного движения
Fig. 4. Examples of urban space design and clothing design, formed under the influence of urban principles of efficiency, adherence to human scale and balanced movement

В городской среде этим принципам урбанизма отвечает, прежде всего, четкое планирование пространства. Это означает создание удобных и функциональных зон для различных групп населения города: пешеходов, велосипедистов, автомобилистов и людей с ограниченными возможностями. Важно учитывать потоки людей и транспорта, чтобы создать безопасные и эффективные маршруты, и создавать такой дизайн, который будет направлен на увеличение комфорта и безопасности горожан. Объекты средового дизайна должны учитывать человеческий масштаб и не становиться чужеродными.

В дизайне интерьера всегда учитывается человеческий масштаб, и построение интерьера базируется на эргономике человека и его деятельности.

В промышленном дизайне эти принципы имеют максимальное выражение. Объекты промышленного дизайна должны быть эффективными и учитывать эргономику человека.

В дизайне костюма данные принципы урбанизма проявляются в том, что современная одежда в первую очередь эргономична. Одежда проектируется и создается из специфических материалов, которые обеспечивают максимальное удобство в движении. Также используется наиболее эргономичная конструкция и наиболее эффективная технология изготовления. Мы видим, что костюм горожанина всегда стремится к максимальному удобству и следованию человеческой фигуре [2, 8, 10].

Наконец, последний рассматриваемый в данной статье принцип урбанизма – создание так называемой матрицы возможностей (рис. 5).

В дизайне городской среды учитываются потребности всех групп населения, включая маломобильные группы. Создаются интересные дизайнерские объекты для разных слоев населения. Это влияет на специфику дизайна городской среды.

В дизайне интерьера также в полной мере реализуется этот принцип урбанизма. Актуальные тренды решения дизайна интерьера могут быть реализованы для различных групп населения и независимо от материального достатка.

Данный принцип урбанизма в дизайне одежды проявляется в унификации одежды с точки зрения гендерных различий. Одежда, которая именуется устоявшимся понятием «унисекс», и есть активная реализация этого принципа [8]. Кроме того, принцип реализуется в предложении одинакового актуального дизайна одежды в рамках современных тенденций для различных экономических групп населения.

Все рассмотренные принципы урбанизма в полной мере проявляются в различных сферах дизайна.

Обобщая влияние урбанистического подхода на различные аспекты дизайна, мы видим, что урбанизм в ключевых понятиях связан с различными сферами художественного конструирования. Хотя урбанизм включает в себя планирование городской территории, создание инфраструктуры, развитие транспорта и жилой застройки, но он также влияет и на все сферы жизни горожан.

Несомненно, что основная цель дизайна городской среды – создание комфортной и привлекательной среды для жизни, работы и отдыха – полностью совпадает с основополагающими принципами урбанизма. Реализация принципов урбанизма в дизайне городской среды является важным подходом для улучшения качества жизни горожан, привлечения в город инвестиций и туристов, а также сохранения природных ресурсов и решения экологических проблем.

Следуя принципам урбанизма, дизайн городской среды должен быть ориентирован на людей, их комфорт и безопасность, а также на сохранение культурного наследия и при-



Рис. 5. Примеры дизайна городского пространства и дизайна одежды, сформированные под влиянием урбанистического принципа создания матрицы возможностей
Fig. 5. Examples of urban space design and clothing design, formed under the influence of the urban principle of creating a matrix of opportunities

родных ресурсов. В целом, следование подходу урбанизма в дизайне среды является важным инструментом для создания уникального и комфортного городского пространства.

Подход урбанизма имеет активное проявление в промышленном и графическом дизайне. В объектах промышленного и графического дизайна используют, по возможности, натуральные материалы, а также методы производства, позволяющие уменьшить отходы. В целом, промышленный дизайн всегда учитывает эргономику человека, его комфорт и удобство пользования, а графический дизайн обращается к символике культурных традиций населения города.

Принципы урбанизма в дизайне одежды в первую очередь реализуются через создание функциональной и эстетически привлекательной одежды. Горожане получают удобную в носке одежду. В статье «Урбанистический стиль в дизайне костюма» авторы отмечают, что «основа урбанистического стиля одежды – функциональность и удобство в ношении» [2, с. 27].

Дизайнер должен учитывать потребности и предпочтения конечных пользователей в условиях технических и экономических ограничений. Дизайн одежды ориентирован на стремление к индивидуализации и выражению личности, использует широкий спектр материалов и технологий, требующих внимания к экологической устойчивости и социальной ответственности [9, 10].

Выводы

- Под влиянием проявления принципов урбанизма развивается не только градостроительство, но и современные направления дизайна – дизайн средового пространства, промышленный и графический дизайн, дизайн костюма.

- Принцип баланса с природой проявляется в дизайне среды, костюма, в промышленном дизайне стремлением использовать натуральные материалы, а также в повышенном внимании к важности проектирования с уменьшением отходов.

- Принципы поддержки культуры и принцип интеграции в регион активно проявляются во всех видах дизайна через внесение в проект народных мотивов, национальных черт, а также через влияние истории региона.

- Принцип общения горожан выражается в обязательном порядке во всех сферах дизайна: в городской среде создаются места для отдыха, выделяются пространства в интерьере для общения, в одежде появляется множество ассортиментных групп с функцией коммуникации.

- Принципы эффективности, соблюдение человеческого масштаба, сбалансированного

движения сводятся, прежде всего, к неуклонному соблюдению правил эргономики человека во всех видах дизайна. Таким образом, достигается максимальное удобство для человека.

- Принцип создания возможностей влияет на все сферы дизайна тем, что дизайн стремится ответить на запросы всех групп населения и учесть различные возможности и потребности разных групп горожан.

Исходя из выводов можно сделать следующее заключение. Мы наблюдаем схожие смысловые проявления, схожую внешнюю реализацию. Урбанизм в ключевых понятиях связан с дизайном как с частью культуры города и реализуется по тем же векторам развития.

Связь дизайна и урбанизма в конечном итоге влияет на качество жизни горожан, экономическое развитие и общую атмосферу города, формирует определенную среду и образ жизни.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мельникова В. М., Масалерж Н.А. Принципы разумного урбанизма как концептуальная основа зарубежного градостроительства // Градостроительство и архитектура. 2011. № 1. С. 31–37. DOI: 10.17673/Vestnik.2011.01.6.
2. Каракова Т.В. Формообразование в дизайн-композиции // Известия 363. Архитектура и дизайн Самарского научного центра Российской академии наук (РАН). Т. 11, № 4. С. 272–277.
3. Азиева Е.В., Першукевич Г.В. Урбанистический стиль в дизайне костюма // Проблемы и перспективы развития легкой промышленности и сферы услуг: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Омск: Омский государственный институт сервиса, 2015. С. 27–31.
4. Темникова Е.А. Формирование объемно-пространственного мышления у студентов-дизайнеров первых курсов // Сборник материалов и тезисов докладов 4 Межрегиональной (Всероссийской) научно-практической конференции. Самара, 2007. С. 152–156.
5. Каракова Т.В., Ребайн Т.В. Некоторые вопросы территориального развития городских центров // Вопросы формирования планировочной структуры расселения: Межвуз. сб. науч. тр. Куйбышев: Куйб. гос. ун-т, 1983. С. 142–147.
6. Темникова Е.А. Программа развития застроенных территорий // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Архитектура и дизайн: сб. статей. Самара, 2015. С. 385–390.
7. Сологуб Б.В. Классификация и терминология архитектуры малых форм // Строительство и архитектура. 1979. № 7. С. 13–14.
8. Валиулина С.В. Городской образ жизни как источник формообразования стилистики городского костюма // Аспирантский вестник. 2004. № 2. С. 20–26.

9. Донченко О.М., Копица И.П. Благоустройство территорий, прилегающих к зданию. Белгород, 2005. 60 с.

10. Валиулина С.В. Феномен города и система социальных ценностей горожанина // Градостроительство и архитектура. 2005. № 1. С. 110–114.

REFERENCES

1. Melnikova V.M., Mastalerge N.A. Principles of reasonable urbanism as a conceptual basis for foreign urban planning. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban planning and architecture], 2011, no. 1, pp. 31–37. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2011.01.6

2. Karakova T.V. Shaping in design composition. *Izvestija 363. Arhitektura i dizajn Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk (RAN)* [Izvestia 363. Architecture and design of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences (RAS)], vol. 11, no. 4, pp. 272–277. (in Russian)

3. Azieva E.V., Pershukovich G.V. Urban style in costume design. *Problemy i perspektivy razvitiya ljogkoj promyshlennosti i sfery uslug: materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem* [Problems and prospects for the development of light industry and services: materials of the All-Russian scientific and practical conference with international participation]. Omsk, Omsk State Service Institute, 2015, pp. 27–31. (In Russian).

4. Temnikova E.A. Formation of volumetric-spatial thinking among first-year design students. *Sbornik materialov i tezisov dokladov 4 Mezhhregional'noj (Vserossijskoj) nauchno-prakticheskoy konferencii* [Collection of materials and abstracts of 4 Interregional (All-Russian) Scientific and Practical Conference]. Samara, 2007, pp. 152–156. (In Russian).

5. Karakova T.V., Rebain T.V. Some issues of territorial development of urban centers. *Voprosy formirovaniya planirovochnoj struktury rasselenija: Mezhhvuz. sb. nauch. tr.* [Issues of formation of the settlement planning structure: Intervuz. Sat. scientific. tr.]. Kuibyshev, Kuib. State Unt., 1983, pp. 142–147. (In Russian).

6. Temnikova E.A. Program for the development of built-up areas. *Tradicii i innovacii v stroitel'stve i arhitekture. Arhitektura i dizajn: sbornik statej / pod red. M.I. Bal'zannikova, K.S. Galickova, E.A. Ahmedovoj* [Traditions and innovations in construction and architecture. Architecture and design: a collection of articles/ed. M.I. Balzannikova, K.S. Galitskova, E.A. Akhmedova]. Samara, 2015, pp. 385–390. (In Russian).

7. Sologub B.V. Classification and terminology of small form architecture. *Stroitel'stvo i arhitektura* [Construction and Architecture], 1979, no. 7, pp. 13–14. (in Russian)

8. Valiulina S.V. Urban lifestyle as a source of the formation of the style of city costume. *Aspirantskij vestnik* [Graduate Herald], 2004, no. 2, pp. 20–26. (in Russian)

9. Donchenko O.M., Kopitsa I.P. *Blagoustrojstvo territorij, priliegajushih k zdaniju* [Improvement of territories adjacent to the building]. Belgorod, 2005. 60 p.

10. Valiulina S.V. The phenomenon of the city and the system of social values of the city dweller. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2005, no. 1, pp. 110–114 (in Russian)

Об авторах:

ВАЛИУЛИНА Светлана Валерьевна

кандидат филологических наук, доцент
кафедры дизайна

Самарский государственный технический университет
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: valiulina.sv@samgtu.ru

VALIULINA Svetlana V.

PhD in Philology, Associate Professor of the Design Chair
Samara State Technical University

443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244
E-mail: valiulina.sv@samgtu.ru

ТЕМНИКОВА Елена Анатольевна

доцент кафедры дизайна

Самарский государственный технический университет
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: temniko-elena@yandex.ru

TEMNIKOVA Elena An.

Associate Professor of the Design Chair

Samara State Technical University
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244
E-mail: temniko-elena@yandex.ru

Для цитирования: Валиулина С.В., Темникова Е.А. Урбанистический подход к проектированию в различных аспектах дизайна // Градостроительство и архитектура. 2024. Т. 14, № 1. С. 136–143. DOI: 10.17673/Vestnik.2024.01.15.

For citation: Valiulina S.V., Temnikova E.A. Urban approach to design in various aspects of design. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2024, vol. 14, no. 1, pp. 136–143. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2024.01.15.

А. П. РАКОВ
Я. Е. ПОТЁМКИНА

СВЯЗЬ ХУДОЖЕСТВЕННОГО КОНСТРУИРОВАНИЯ ФОРМЫ В АРХИТЕКТУРЕ И ДИЗАЙНЕ С ЗАКОНАМИ ПСИХОЛОГИИ И ФИЗИОЛОГИИ ВОСПРИЯТИЯ

CONNECTION BETWEEN THE ARTISTIC DESIGN OF FORM IN ARCHITECTURE
AND DESIGN AND LAWS OF PSYCHOLOGY AND PHYSIOLOGY OF PERCEPTION

Специалисты, кто когда-либо занимался композиционной работой, не могли не заметить, что существует связь между композиционными методами и приёмами (их в своей работе используют архитекторы, дизайнеры и художники) и фундаментальными инструментами восприятия, которыми наделила человека природа и которые он использует. Наибольшее значение для выбранной темы имеет направление гештальт-психологии. Данное направление описывает и изучает целостные структуры, в принципе не выводимые из образующих их компонентов. Вместе с тем теория композиции изучает такие законы построения художественного произведения, которые обеспечивают целостность этого произведения. Совершенно очевидно, что процесс создания привлекательной формы просто обязан строиться по законам восприятия, которые заложены природой. Именно этой интересной связи и посвящена данная статья.

Ключевые слова: архитектура, дизайн, композиция, формообразование, техническая эстетика, художественное конструирование, восприятие, психология, физиология

Художественное конструирование объединяет в себе совокупность знаний из разных областей: искусства, архитектуры, дизайна и инженерии. Оно включает в себя разработку дизайна, планировку пространства, выбор материалов, конструкции и технологии производства. Художественное конструирование может быть применено при создании различных объектов – от домов и мостов до монументальных сооружений и скульптур. Оно играет важную роль в формировании городской среды и создании уникальных вещей и графических образов [1].

Художественное конструирование требует не только творческого подхода, но и глубоких знаний в различных областях инженерии и проектного управления. Специалисты должны учитывать множество факторов, таких как геологические особенности местности,

Specialists who have ever been involved in compositional work could not help but notice that there is a connection between compositional methods and techniques (architects, designers and artists use them in their work) and the fundamental tools of perception that nature has endowed man with and which he uses. The direction of Gestalt psychology is of greatest importance for the chosen topic. This direction describes and studies integral structures that, in principle, cannot be derived from the components that form them. At the same time, the theory of composition studies such laws of construction of a work of art that ensure the integrity of this work. It is quite obvious that the process of creating an attractive form simply must be built according to the laws of perception that are laid down by nature. It is this interesting connection that this article is devoted to.

Keywords: architecture, design, composition, shaping, technical aesthetics, artistic design, perception, psychology, physiology

климатические условия, различные нагрузки, эстетические предпочтения заказчика и многое другое.

Художественное конструирование привносит красоту и оригинальность в повседневную жизнь людей. Это помогает создать комфортное и функциональное окружение, а также стимулирует развитие инноваций и рост производства. Художественное конструирование опирается на науку о прекрасном и на такое интересное направление научной деятельности, как техническая эстетика. Техническая эстетика относится к области исследований, которые изучают визуальные аспекты, оценку и восприятие технических объектов, процессов и систем. Она связана с дизайном, эргономикой и архитектурой, а также с некоторыми другими дисциплинами, включая психологию, социологию, культурные исследования [1].

Техническая эстетика исследует различные аспекты технических объектов, таких как их форма, пропорции, цвета, текстуры, поверхности и соотношения. Она исследует, как визуальные аспекты технических объектов влияют на их восприятие и оценку в различных контекстах и для разных групп людей. В рамках технической эстетики также изучаются визуальные аспекты технических процессов и систем. Например, каким образом различные способы представления данных или информации влияют на ее понимание и использование, или как организация рабочего пространства либо интерфейса влияет на эффективность работы [2].

Оценка технической эстетики может быть полезна для разработки и совершенствования технических объектов, чтобы они были не только функциональными, но и приятными для глаза и эстетически привлекательными. Это может способствовать повышению вовлеченности пользователей, улучшению удобства использования и даже повышению производительности. Техническая эстетика играет важную роль в дизайне и создании технических продуктов, таких как автомобили, электроника, мебель и т. д. Данная область исследования помогает разработчикам сделать эти продукты более привлекательными и удобными для использования, что способствует их успешному продвижению на рынке.

В целом техническая эстетика представляет собой важную область исследования, которая помогает улучшить визуальные аспекты технических объектов и процессов, делая их более привлекательными и удобными для использования. Это важный аспект современного художественного конструирования, дизайна и разработки [2].

Композиционная работа с формой – это базовая задача архитектора и дизайнера. Композиция – это правила составления художественного конструирования произведений, которые могут быть созданы в музыке, литературе, живописи, других видах искусства, а также в дизайне и архитектуре, композиция объединяет различные элементы в единую структуру и образует целостность. В музыке композиция представляет собой музыкальное произведение, состоящее из отдельных музыкальных фраз, мелодий, аккордов и ритмических структур. Композиция может быть организована в виде симфонии, сонаты, песни, концерта и других музыкальных форм. В литературе композиция относится к структуре и организации текста, включая начало, развитие сюжета и завершение. В живописи композиция относится к расположению и компоновке элементов искусства на холсте или

другой поверхности, чтобы создать гармоничное и привлекательное изображение [3].

В каждом виде творческой деятельности композиция играет большую роль в создании эстетического впечатления и передаче авторского замысла который важен для формообразования.

Формообразованием, в свою очередь, называют процесс формирования и создания определенной формы объекта или материала. Оно может быть применено в различных отраслях, таких как промышленное производство, строительство, архитектура и дизайн.

Формообразование играет важную роль в производстве различных продуктов и изделий, позволяя создавать предметы разной сложности и функциональности. Правильное формообразование позволяет достичь не только желаемой формы, но и обеспечить высокую точность, прочность и эстетический вид готового изделия, объекта или сооружения.

Архитектура и дизайн переплетаются между собой, так как оба акцентируют внимание на создании привлекательной и функциональной среды. Например, архитектура здания включает в себя не только планировку и структуру, но и дизайн фасада, внутренних пространств и даже ландшафтный дизайн. А интерьер красивого здания не может обойтись без произведений дизайна – мебели, предметного наполнения, фотографии и символики.

Архитектура и дизайн обеспечивают гармоничное взаимодействие, где архитектура определяет общую форму и структуру, а дизайн добавляет визуальные и функциональные элементы. Хороший дизайн способствует улучшению пространства и его использования, а хорошая архитектура создает фундамент для качественного дизайна [4].

Трудно не заметить, что между законами композиции, которые используют в своей практике архитекторы совместно с дизайнерами, и законами восприятия, которые в свою очередь изучают психологи и физиологи, есть очевидная связь.

Гештальт-принципы являются важным инструментом в арсенале дизайнера, помогающим создавать удобные и интуитивно понятные интерфейсы. Они основаны на законах восприятия человека и помогают организовать информацию таким образом, чтобы она была легкодоступной и понятной пользователю. В результате использования гештальт-принципов в дизайне пользовательского интерфейса мы можем улучшить опыт взаимодействия пользователей с нашим продуктом, что в свою очередь может привести к росту его популярности и успешности на рынке.

Законы психологии и физиологии восприятия нужно воспринимать как условия задачи. Зрительное восприятие – это способность человека воспринимать и интерпретировать информацию, поступающую через зрительную систему. Оно является психо-физиологическим явлением, так как включает в себя обработку информации как на психическом, так и физиологическом уровне [5].

Физиология зрительного восприятия – это процесс, который происходит в нашем организме, когда мы видим что-то. На физиологическом уровне зрительное восприятие начинается с входа световых сигналов в глаза.

Когда свет попадает в глаза, он проходит через роговицу, зрачок и хрусталик, чтобы достичь сетчатки. Сетчатка содержит фоторецепторы, которые преобразуют свет в электрические сигналы. Сигналы передаются по зрительному нерву в мозг, где они обрабатываются и превращаются в изображения.

Одним из ключевых принципов физиологии зрительного восприятия является то, что наши глаза постоянно двигаются, чтобы обеспечить постоянное поступление новых данных. Это называется саккадическим движением глаз. Саккадические движения глаз могут быть быстрыми и короткими, чтобы сфокусироваться на отдельных объектах, или более длинными и медленными, чтобы осмотреть большую область.

Кроме того, наши глаза могут адаптироваться к различным уровням освещенности, что позволяет нам видеть в различных условиях освещения. Это называется адаптацией к свету. Когда мы переходим из светлого помещения в темное, зрачки расширяются, чтобы пропускать больше света на сетчатку. И наоборот, когда мы переходим из темного помещения в светлое, зрачки сужаются, чтобы уменьшить количество света, попадающего на сетчатку.

Световые сигналы преобразуются в нервные импульсы и передаются по зрительному нерву в головной мозг для дальнейшей обработки.

На психическом уровне зрительное восприятие включает в себя интерпретацию и организацию входящей информации, а именно: распознавание форм, цветов, движений, глубины и других аспектов визуальной сцены. Восприятие также может быть субъективным и зависит от предыдущего опыта, контекста, настроения и других факторов [5].

Важно отметить, что зрительное восприятие может быть подвержено различным искажениям временного или постоянного характера, которые связаны с разного рода дефектами или нарушениями, такими как дальностьзоркость, близорукость, дальтонизм, также искажения

восприятия могут быть вызваны нервными и психическими расстройствами.

Восприятие формы человеком – это процесс восприятия визуальных объектов, таких как изображения, форма, цвет, движение. Форма – это внешний вид объекта, который может быть описан с помощью геометрических характеристик и фигур, таких как круг, треугольник, прямоугольник, овал. Фигура может быть простой или сложной, одноцветной или многоцветной, симметричной или асимметричной и т. д.

Визуальное восприятие формы может быть использовано в различных областях, таких как дизайн, архитектура, мода, искусство, чтобы создавать эстетически привлекательные и функциональные объекты. Например, в дизайне форма может использоваться для создания гармоничных композиций, а в архитектуре форма может влиять на форму и пропорции зданий, чтобы создать эстетически приятные и функциональные сооружения [4, 5].

Нет сомнений, что визуальное восприятие формы играет важную роль в нашей жизни, и его понимание может помочь нам создавать более привлекательные объекты и пространства.

Рассмотрим влияние контекста и критерий уместности. Контекст и уместность художественного решения зависят от конкретной ситуации и целей художника или дизайнера. В разных контекстах и ситуациях требуются разные художественные решения.

Например, в художественных произведениях, таких как картины или скульптуры, контекстом является искусствоведческое сообщество и история искусства. В этом случае уместность художественного решения будет определяться его соответствием стилистическим течениям, временным рамкам и задачам автора.

В дизайне и архитектуре контекст может быть связан с конкретной средой, функцией и потребностями пользователей. Уместность художественного решения в этих случаях определяется его соответствием эстетическим, функциональным и практическим требованиям проекта.

Однако есть художественные работы, которые могут быть контекстуально свободными, например перформансы или инсталляции. Здесь уместность художественного решения может определяться исключительно восприятием зрителя и его эмоциональной или эстетической реакцией на произведение.

В целом, художественное решение будет считаться уместным, если оно соответствует задачам, целям, контексту и ожиданиям, которые заданы конкретной ситуацией или проектом.

Очевидно, что художественное конструирование формы связано с законами психологии

и физиологии человеческого восприятия так же, как внутри любой проектной задачи связаны методы решения с условиями этой задачи [6].

Гештальт-психология и теория композиции имеют много общих принципов и концепций. Оба подхода стремятся понять, как люди воспринимают и организуют информацию в окружающем мире.

Гештальт-психология, основанная в 1912 г. (основана Максом Вертгеймером, Вольфгангом Кёлером и Куртом Коффкой), объясняет, как люди видят целостность образов и представлений, и утверждает, что наше восприятие не является простым суммированием отдельных элементов, а основано на организации итогового образа.

Теория композиции, которая используется в визуальном искусстве, архитектуре и фотографии, рассматривает, как элементы и компоненты могут быть организованы таким образом, чтобы создать гармоничное и привлекательное общее впечатление. Она уделяет внимание различным принципам композиции, таким как симметрия, баланс, контраст, ритм, пропорции, и главным точкам.

Одно из важных понятий в гештальт-психологии – закон пространственного положения – утверждает, что наш мозг имеет тенденцию сгруппировать элементы, находящиеся близко друг к другу, в единые объекты. Это понятие также имеет применение в теории композиции, где размещение элементов в определенном порядке может влиять на восприятие общего изображения.

Кроме того, оба подхода подчеркивают взаимодействие между элементами и общим контекстом. В гештальт-психологии это называется принципом связности, который объясняет, как мы воспринимаем связанные элементы как единое целое. Также в теории композиции правильная организация элементов может создать впечатление гармонии и единства.

Таким образом, гештальт-психология и теория композиции имеют много общих принципов и идей, которые могут помочь нам лучше понять, как люди воспринимают и организуют информацию в своей среде.

Феномен человеческого восприятия неразрывно связан с наличием у человека особых психологических и физиологических механизмов, которые, как любые другие органы человеческого тела, обеспечивают нормальное функционирование и жизнедеятельность человека. Не будет большим преувеличением сказать, что такие крупные направления медицинской науки, как нейрофизиология и гештальт-психология изучают то же самое, что используют художники и дизайнеры в своей практической деятельности.

В книге «Искусство и визуальное восприятие» исследователь законов зрительного вос-

приятия Рудольф Арнхейм писал следующее: «Восприятие не является инстинктивным проявлением органов чувств. Сенсорика — это исключительно творческая способность мгновенного ощущения действительности. Это умение, присущее всем мыслителям и художникам, свойственно любому разумному существу» [5, 6].

Способность уловить саму суть плоской или объёмной формы есть уникальное свойство человеческого мозга. Чтобы идентифицировать и запомнить видимый образ, мозг «в автоматическом режиме» начинает искать разнообразные совпадения, связи, зависимости и сходства в окружающем пространстве. Человеческий мозг умеет обнаруживать комбинацию уже знакомых элементов даже там, где этой комбинации на самом деле нет.

Широко известна психодиагностическая методика, её ещё называют чернильные пятна Роршаха. Из метода исследования личности, автором которого является швейцарский психиатр и психолог Герман Роршах, следует, что любая, даже очень «слабо структурированная» композиция, запускает у человека мыслительные процессы, которые искусственно упорядочивают наблюдаемую форму. При этом, чем слабее с композиционной точки зрения структурирована эта наблюдаемая форма, тем больше умственных усилий затрачивает мозг и тем дискомфортнее чувствует себя человек [6].

Интересно и то, что эта же способность проявляется в так называемых мнемотехниках для запоминания большого количества несвязанной информации.

Мнемотехникой называют совокупность особых приёмов и способов, которые облегчают запоминание и заметно увеличивают объём запоминаемой информации через создание ассоциативных связей. При использовании этих приёмов происходит, например, замена абстрактных символов на воображаемые образы. А запоминание длинного и сложного пароля может выглядеть как вымышленное путешествие по воображаемому пространству, в котором формы, движения, звуки или запахи могут становиться со значениями, которые ассоциативным способом связаны с буквами и цифрами запоминаемого пароля.

Совершенно очевидно, что такое искусственное умозрительное упорядочивание среды обитания есть не что иное, как один из психологических механизмов пространственной адаптации человека. Таким образом, видимый порядок, видимая определённости становится весомым фактором психологического комфорта и даже психологической безопасности.

На профессиональном языке медицинской науки эффект отрицательного воздействия психологического дискомфорта принято называть

«общим адаптационным синдромом», также используется термин «стресс». Наибольший вклад в развитие теории стресса был сделан канадским физиологом европейского происхождения Гансом Селье.

И в привычной жизни можно увидеть работу механизма адаптации – каждую секунду наш мозг независимо от нашей воли занимается структурированием всего, что попадает в поле зрения человека.

Приведем простой пример, доказывающий работу адаптационного механизма. Определение себя и своего места во времени, пространстве и социуме является жизненно необходимой потребностью человека. Поэтому, если каждый из нас окажется в незнакомом месте и не будет знать, как оттуда выбраться, за реакцией психики – беспокойством и страхом – последует естественная «обратная связь» от организма в виде учащенного сердцебиения и мышечного напряжения. Организм будет предпринимать все возможные способы, чтобы вернуться в прежнее состояние (в этом случае происходит быстрый расход адаптационной энергии) [6, 7].

Приведем другой пример: предположим, что мы поменяли место жительства и переехали в здание, исключительность которого наша психика не способна определить. В этом случае, как и в предыдущем, будет запускаться механизм адаптации, стремящийся к состоянию покоя. Но человеку необходимо найти свой дом не только в физическом плане. Человек постоянно находится в диалоге с социумом (получает и передает информацию через мимику, жесты, образы и интонации при общении с окружающими людьми, т. е. невербально). Из этого диалога человек черпает знания, в дальнейшем способствующие формированию собственной самооценки, оценки людей вокруг него и мест, с которыми он связан [8]. И будет правильным предположить, что все это повлияет как на психическое, так и на физическое состояние. Таким образом, если у человека нет постоянного жилья и он обитает «неизвестно где» или, возможно, живет в неблагоприятной обстановке в каком-либо неблагополучном, с точки зрения общества, месте, это в конце концов приведет к деградации психического и физического здоровья. В результате можно сделать вывод, что архитектурная форма обязана быть пригодной для адаптации человека психически и физически. Форма обязательно должна быть прочной и идентифицируемой.

Быть идентифицируемой – значит быть легкой для прочтения композиционного и культурного сообщения, которое автор заложил в него. По мнению Р. Вентури и Ч. Дженкса, архитектура является одним из носителей культурного

сообщения, своего рода текстом, благодаря которому можно познакомиться с определенным временным отрезком или исторической эпохой [4]. Цельность формы объясняется наличием «очевидного сообщения», понятного обывателю и не разрушенного влиянием какого-либо аспекта (в нашем случае технического).

В качестве **выводов** к статье можно привести следующие. Во-первых, особенности системы человеческого восприятия довольно сильно искажают действительность, что создаёт для архитекторов и дизайнеров дополнительные ограничения в работе с обликом сооружений, изделий и графики. Во-вторых, становится очевидно, что эргономичность и удобство формы – это не только физические характеристики, но и психо-физиологические. В-третьих, именно при участии архитекторов и дизайнеров проектируемая форма обретает свойства канала передачи данных и установления невербального культурного и философского диалога, как с обществом, так и с каждым человеком в отдельности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Придумай. Сделай. Сломай. Повтори. Настольная книга приёмов и инструментов дизайн мышления / М. Томич, К. Ригли, М. Бортвик и др.; пер. с англ. Елизаветы Пономарёвой. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2019. 208 с.
2. Фех А.И. Эргономика. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. 119 с.
3. Прохоржев О.А. Проектирование средств визуальной коммуникации. Н. Новгород: ННГАСУ, 2019. 113 с.
4. Глазычев В. О дизайне. Очерки по теории и практике дизайна на Западе. М.: Искусство, 1970. 191 с.
5. Арнхейм Р. Искусство и визуальное восприятие. М., 1974. 392 с.
6. Горюков А.В., Салтанова С.И. Экология визуальной среды. СПб.: Лань, 2013. 208 с.
7. Немов Р.С. Общая психология: в 3 т. Том 2: в 4 кн. Книга 1. Ощущения и восприятие. М.: Юрайт, 2017. 302 с.
8. Еремич Т. Визуальная психодиагностика. Ростов н/Д: Феникс, 2012. 234 с.

REFERENCES

1. Tomic M., Wrigley C., Borthwick M. Pridumaj. Sdelaj. Slomaj. Povtori. Nastol'naja kniga priimov i instrumentov dizajn myshlenija [Come up with it. Do it. Break it. Repeat. Desktop Book Techniques and Tools Design Thinking]. Moscow, Mann, Ivanov and Ferber, 2019. 208 p.
2. Feh A.I. Jergonomika [Ergonomics]. Tomsk, Publishing House of Tomsk Polytechnic University, 2014. 119 p.
3. Prohozhev O.A. Proektirovanie sredstv vizual'noj kommunikacii [Design of Visual Communication Tools]. N. Novgorod, NNGASU, 2019. 113 p.

4. Glazychev V. *O dizajne. Ocherki po teorii i praktike dizajna na Zapade* [About design. Essays on the theory and practice of design in the West]. Moscow, Isskustvo, 1970. 191 p.

5. Arnheim R. *Iskusstvo i vizual'noe vospriyatie* [Art and Visual Perception]. Moscow, 1974. 392 p.

6. Gorodkov A.V., Saltanova S.I. *Jekologija vizual'noj sredy* [Ecology of the visual environment]. St. Peterburg, Lan, 2013. 208 p.

7. Nemov R.S. *Obshhaja psihologija: v 3 t. Tom 2: v 4 kn. Kniga 1. Oshhushhenija i vospriyatie* [General psychology: in 3 volumes. Volume 2: in 4 books. Book 1. Sensations and perceptions]. Moscow, Urait, 2017. 302 p.

8. Eremina T. *Vizual'naja psihodiagnostika* [Visual Psychodiagnostics]. Rostov n/A, Phenix, 2012. 234 p.

Об авторах:

РАКОВ Антон Петрович
кандидат архитектуры, доцент кафедры
инновационного проектирования,
и.о. заведующего кафедрой инновационного
проектирования
Самарский государственный технический университет
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: radesign@inbox.ru

RAKOV Anton P.
PhD in Architecture, Associate Professor of the Innovative
Design Chair,
Acting Head of the Innovative Design Chair
Samara State Technical University
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244
E-mail: radesign@inbox.ru

ПОТЁМКИНА Яна Евгеньевна
старший преподаватель кафедры
инновационного проектирования
Самарский государственный технический университет
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: yanaklink@gmail.com

POTEMKINA Yana Ev.
Senior Lecturer of the Innovative Design Chair
Samara State Technical University
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244
E-mail: yanaklink@gmail.com

Для цитирования: Раков А.П., Потёмкина Я.Е. Связь художественного конструирования формы в архитекту-
ре и дизайне с законами психологии и физиологии восприятия // Градостроительство и архитектура. 2024.
Т. 14, № 1. С. 144–149. DOI: 10.17673/Vestnik.2024.01.16.
For citation: Rakov A.P., Potemkina Ya.E. Connection between the Artistic Design of Form in Architecture and
Design and Laws of Psychology and Physiology of Perception. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction
and Architecture], 2024, vol. 14, no. 1, pp. 144–149. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2024.01.16.



**НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР
«ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»**



Оказание образовательных услуг по направлению «Пожарная безопасность»,
разработка мероприятий по предотвращению пожаров



Петр Павлович ЯЦЕНКО
директор



443001, г. Самара, Молодогвардейская, 194, каб. 661,650, 655, 667
(846) 242-11-19; +7(927)264-84-38
samara-pb@inbox.ru

Е. Г. СТОЛЯРОВА
А. Е. БЕРЕЗИН

ЭСТЕТИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ЭКСПРЕССИОНИЗМА В СОВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРЕ

AESTHETIC PRINCIPLES OF EXPRESSIONISM IN MODERN ARCHITECTURE

Целью статьи заявлено изучение эстетических принципов экспрессионизма, повлиявших на развитие современной архитектуры. Предложен анализ концепций и средств художественной выразительности исследуемого направления. Рассмотрены условия возникновения и формирования экспрессионизма, его художественные приемы выражения от условно-реалистических до абстрактных, а также проявление этого направления искусства в архитектурном проектировании. Дан краткий анализ связи экспрессионизма с другими параллельными направлениями или течениями искусства XX в. Выявлены вариации экспрессионизма с позиций абстрактного искусства, где обозначены поиски интерактивности художника и зрителя в процессе визуального восприятия картины. Сделан вывод о том, что воображение является одним из основных способов художественного мышления в процессе авторского художественного проектирования. Рассмотрено проявление эстетических принципов экспрессионизма в архитектуре отдельных стран. Выявлено, что для экспрессионизма в архитектуре характерен отход от традиционных форм с целью достижения максимально-эмоционального воздействия на реципиента. Исследование заявленной темы позволяет сделать вывод об актуальности экспрессионизма в начале XXI в., который своими традициями продолжает достижения экспрессионизма XX в. и одновременно дает новый толчок к художественным выражениям личного взгляда художников и архитекторов на происходящие процессы в обществе. Параллели начала XX – начала XXI в. выявили сходства в эстетических принципах формирования предметно-пространственной архитектурной среды. Приемы экспрессионизма, средства и методы работы над картиной или объектом наиболее точно способны выразить чувствования художников и архитекторов, их психологическое напряжение, убежденность в том, что зритель должен пережить новый опыт, глядя на архитектурное или художественное произведение.

Ключевые слова: эстетические принципы, экспрессионизм, живопись, архитектура, средства художественной выразительности, абстрактное искусство, метафора

The purpose of the article is to study the aesthetic principles of expressionism that influenced the development of modern architecture. An analysis of the concepts and means of artistic expression of the direction under study is proposed. The conditions for the emergence and formation of expressionism, its artistic methods of expression from conventionally realistic to abstract, as well as the manifestation of this direction of art in architectural design are considered. A brief analysis of the connection between expressionism and other parallel trends or movements of art of the twentieth century is given. Variations of expressionism from the standpoint of abstract art are identified, where the search for interactivity between the artist and the viewer in the process of visual perception of the painting is indicated. It is concluded that imagination is one of the main ways of artistic thinking in the process of author's artistic design. The manifestation of the aesthetic principles of expressionism in the architecture of individual countries is considered. It has been revealed that expressionism in architecture is characterized by a departure from traditional forms in order to achieve the maximum emotional impact on the recipient. The study of the stated topic allows us to draw a conclusion about the relevance of expressionism at the beginning of the 21st century, which, with its traditions, continues the achievements of expressionism of the 20th century. and at the same time gives a new impetus to artistic expressions of the personal views of artists and architects on the ongoing processes in society. Parallels of the beginning of the 20th – beginning of the 21st centuries. revealed similarities in the aesthetic principles of the formation of the subject-spatial architectural environment. Expressionist techniques, means and methods of working on a painting or object are most accurately able to express the feelings of artists and architects, their psychological stress, the conviction that the viewer must go through a new experience while looking at an architectural or artistic work.

Keywords: aesthetic principles, expressionism, painting, architecture, means of artistic expression, abstract art, metaphor

Введение

Смена одного стиля в искусстве другим обуславливается общественным и культурным развитием общества. Экономические, политические и социальные события неизменно влияют на мировоззрение человека, на формирование его эстетических принципов, которые так или иначе согласуются с искусством определенного периода времени. В статье рассмотрено влияние экспрессионизма в живописи на проявление сходных эстетических принципов в современной архитектуре. Экспрессионизм в искусстве прошел несколько этапов своего развития, и его основные узнаваемые характеристики проявились в искусстве творцов конца XX – начала XXI в. Затронув довольно подробно ретроспективу развития живописных приемов исследуемого направления, авторы статьи обращаются к экспрессионизму в архитектуре. Находят общее и частное в особенностях разных видов искусства, использующих эстетические принципы исследуемого направления.

История вопроса

Обращаясь к истории экспрессионизма в живописи, можно определить, что на рубеже XIX–XX столетий в обществе в целом сложилась ситуация бунтарства. Отвергалось «прошлое» во всех смыслах и провозглашалось «новое» – новые философия и форма искусства. Это был период появления модернизма, который длился до середины XX столетия. В некоторых источниках рамки модернизма расширяют с 1860-х гг. XIX в. до 1970-х гг. XX в. В это время художники вели активный поиск новых направлений в искусстве, отвергающих все прежние способы художественного выражения.

Фигуративные и нефигуративные изображения находили воплощение в экспериментальных методах, рождая необычные приемы творчества художников. Две основные ветви – реализма и условности – давали свои направления и течения в искусстве, которые развивались с поразительной скоростью, стремительно сменяли друг друга, наслаивались и пересекались в самых неожиданных вариациях.

Начало XX столетия ознаменовалось появлением кубизма, футуризма, кубофутуризма, конструктивизма, дадаизма. Это далеко не полный перечень множества направлений, будоражащих искусство того времени. Они имели особенность сливаться друг с другом и рождать новое искусство. Так, например, дадаизм во Франции плавно перетек в сюрреализм, а в Германии – в экспрессионизм.

Экспрессионизм, что означает «выражение», позволяет художникам тонко передавать

происходящее на эмоциональном, «открытом» уровне и ретранслировать мировосприятие современников в произведения искусства. Пользуясь теми же приемами и средствами созданий авторских работ, что и другие направления, экспрессионисты отличались своими целями и задачами искусства. Цель определялась как передача средствами изобразительного искусства внутреннего мира художника в соотношении с «миром космоса». Так, например, чувствуя сложные конкретные социально-политические условия, созданные в Германии, и погружаясь в философские теории XIX – начала XX в., художники не могли не отразить видения мира в своих полотнах. Впервые термин «экспрессионизм» обозначился в журнале «Буря» в 1911 г. Немецкий философ В. Воррингер употребил этот термин, описывая творчество Ван Гога, Матисса и Сезанна.

Имея общие принципы выразительности, цветовое напряжение, резкость мазка и трансформацию формы, немецкий экспрессионизм был глубоко содержателен, во многом трагичен и психологически глубок. «Экспрессионисты отчасти близкими к фовистам, теми же средствами достигали реализации страсти, страдания. Деформация материи становилась синонимом душевного спазма, в какой-то мере продолжая тенденцию Ван Гога и Мунка» [1, с. 153]. К протоэкспрессионизму можно отнести работу норвежца Эдварда Мунка «Крик», написанную еще 1893 г. Мунк очень ярко и выразительно отразил чувство человека, сумевшего обобщить состояние как будто бы «кричащего» мира вокруг себя. Уже в этой картине прозвучали ключевые для экспрессионистов темы одиночества, отчаяния и отчуждения.

Философская концепция экспрессионизма сводилась к трансляции «глубинных эмоций», выраженных «вольно изменяемыми антропоморфными формами» [1, с.155]. В 1905 г. художники организовали объединение «Мост» в Дрездене (Л. Кирхнер, Ф. Блейль, Э. Хеккель, К. Шмидт-Ротлуфф, Нольде, Ван Доген). В 1911 г. учредили объединение «Синий всадник» в Мюнхене (В. Кандинский, Ф. Марк). Просуществовали эти союзы достаточно недолго, одно – 8 лет, другое – 3 года. Экспрессионизм, будучи национальной школой, так или иначе со временем становился в XX в. интернациональным.

Во второй волне экспрессионизма появляются работы под впечатлением мировой войны и разрухи в Германии. С особой пластической выразительностью написаны живописные полотна Отто Дикса и Георга Гросса, которые подчеркивают социальную трагедию происходящего. Работы Хаима Сутина представляют интерес для ценителей искусства

своей особой пластикой, деформацией натуры и энергией мазка.

В дальнейшем своем развитии экспрессионизм, чувствуя острейшие социально-политические конфликты, потрясшие Германию в первой четверти XX в., распадается на две ветви. Одни художники представляли действительность в изломанной, искаженной форме, передавая напряжение времени композицией и цветом, а другие – видели действительность в мистической, воображаемой, абстрактной форме.

В Германии этого периода широко распространялась теория «вчувствования» [2, с. 12]. Эстетические позиции строились на учениях философов того времени, которые рассматривали вопросы о месте и роли человека в жизни. «Методом исследования человеческой жизни стала интроспекция (рефлексия, самоанализ), вчувствование («внесение» мыслей человека в предметы) и интерпретация личных чувств художника [2, с. 87]. Философско-идеалистические учения Эдмунда Гуссерля (1859–1938) уводили художников в «трансцендентально-интернациональную жизнь сознания». Позже экспрессионисты стали интересоваться разными формами экзистенциализма, которые продвигал немецкий философ Карл Ясперс (1883 – 1969). Экзистенция, по Ясперсу, – это «то, что относится к самой себе и в этом отношении к своей трансценденции» [2, с. 94]. Художник же способен к обобщению картины мира и созданию «общей картины» представления происходящего.

Первая мировая война особенно отразилась на экспрессионистах. «Выработанные экспрессионистами острые и впечатляющие художественные приемы получили широкое распространение далеко за пределами Германии, оказали ощутимое влияние на творчество крупных художников и писателей Европы и Америки» [2, с. 13]. Экспрессионизм в других странах шел своим путем, отстаивал свои интересы и свое миропонимание общественного развития.

Господствующим направлением философии первой четверти XX в. во Франции стал интуитивизм, который способствовал развитию искусства в направлении «внутреннего восприятия» действительности. Отсюда активней шло изменение формального искусства.

Абстрактный экспрессионизм зародился в 40-х гг. XX в. и к 50-м приобрел широкое распространение в Соединенных Штатах Америки [3]. Самые известные художники этого направления – Джексон Поллок, Виллем де Кунинг, Марк Ротко. Их работы несколько отличаются друг от друга, но все они абстрактны и интуитивны. Одни создавались методом спонтанной работы красками, стараясь передать эмоцио-

нальное состояние автора, другие писались по технологии наложения одного красочного слоя на другой с визуальным эффектом прозрачности и «глубинности» цвета. Но общим началом служил отказ от условной закономерной структурности отдельных элементов и всей композиции в целом. Например, у Марка Ротко в этом смысле работы смотрелись как единое цветовое поле с эффектом вибрирующего воздушного пространства.

В целом, философская концепция абстрактного экспрессионизма сводилась к объединяющему монументальному началу, выражающему личные аспекты мироощущения и свободные способы передачи на картинной плоскости. Предшественники абстрактного экспрессионизма, сюрреалисты, помогли художникам соединить в этом новом направлении интерес к единству хаоса бессознательного и возможности его спонтанного выражения. Экспрессионисты считали, что искусство должно быть основано на личном опыте, эмоциональных переживаниях, интуитивных перфектах. Изобретая свои способы передачи художественных образов, создавая живопись «действия», они утверждали прямоту и непосредственность авторского выражения. Экспрессия подчеркивала живой процесс творчества. В работах абстрактного экспрессионизма мы видим особую смелость в обобщении явлений и сущности вещей.

Термин «неоэкспрессионизм» прозвучал в 70-х гг. прошлого столетия. Вернулись принципы экспрессионизма в ответ на концептуальное и минималистическое искусство. Образность, выразительность, активная манера исполнения, насыщенные цвета вернули в искусство живую непосредственность изображения видения художника. В этот период художники сочетали условно-реалистическое изображение с абстрактными фрагментами. Такой формально-эстетический компонент являлся средством раскрытия образа. Известные художники этого периода – Георг Базелиц (Германия), Жан-Мишель Баския (Америка), Франческо Клементе (Италия), Дэвид Хокни (Англия). Их творчество отличается друг от друга, но экспрессия выражения «внутреннего я» объединяет их всех. Неоэкспрессионизм появился в контексте процесса эволюции экспрессионизма. Учитывая его значимость для развития современного искусства, авторы статьи приходят к выводу, что понимание современного неоэкспрессионизма требует художественной подготовки. На этапе, когда искусство в своей ретроспективе развития прошло огромный путь спирального вхождения в социокультурный аспект понимания актуальности происходящего, живопись сегод-

няшня еще более интерактивна и, как всегда, воспринимается реципиентом через призму его миропонимания и рефлексии. В картинах абстрактного неоекспрессионизма особенно видна вибрация образов, направления мысли художников. Процесс понимания живописи приводит нас к осознанию того, что мысль появляется и исчезает, переходит, образно говоря, с одной орбиты понимания на другую. Организованное живописью пространство трактуется как многомерное в пространстве измерений, появляющееся и растворяющееся на границе понимания. Во многом это созвучно нашему динамичному времени.

Стремительное время начала XXI столетия с его технологическими возможностями, мерцающим мышлением, потоком информации, мелькающими картинками, от которых в сознании остается только эфемерный вибрирующий смысл, не может не отразиться на современном искусстве. По мнению авторов, именно выражение, экспрессия чувств поддаются новым художественным принципам и технологиям в искусстве. Условность и образность воплощения концепций неоекспрессионистов отражается в композиции и цвете работ таких художников, как К.Бусуттил, П. Сливинский, А.Хемера, Дж. Савиль, Л. Боннет, Г.Ходжкина и других современных художников.

Абстрактность как наивысшая степень обобщения позволяет увидеть суть явления в многообразии вариантов, а с помощью колористической структуры – раскрыть смысл глобального всеобщего энергетического пространства, осмысленно или интуитивно художественно выразить в произведении искусства.

В неоекспрессионизме восприятие пространства и времени становится особыми характеристиками, позволяющими размышлять об относительности этих понятий и в то же время об их взаимосвязи и влиянии друг на друга. В художественном смысле это решается композиционными средствами, цветовой гармонией, знаково-художественного образа.

Миссия художника – подать сигнал зрителю через искусство быть более внимательным в отношении к происходящему. Истинный художник всегда опережает свое время [4]. Именно экспрессионизм силами своего творчества, по мнению Г. Гроссе, «выражает то, что думает большинство...» Экспрессионизм в живописи начала XX в. был неспокоен и трагичен. Позже он стал приобретать черты монументальности и стал основой поиска нового разными способами и приемами, рождая эстетику симультанности мира, ее связи прошлого с настоящим.

От экспрессионизма в живописи перейдем к экспрессионизму в архитектуре, найдем

общие точки пересечения в приемах подхода к созданию объектов проектирования и рассмотрим частности.

Экспрессионизм в истории архитектуры появился еще в период готики, выражаясь в преувеличенном «стремлении ввысь», фантазийном оформлении фасадов, особенностях восприятия внутреннего пространства в соизмерении с человеком. Позже стиль барокко поразили особенностями экзальтации, патетикой образов, преувеличением всего и вся. Экспрессионизм как средство выразительности явился антитезой Возрождению и классицизму своей свободой в трактовке архитектурных форм.

Переходя к экспрессионизму XX в., можно отметить его формирование на авангардных модернистских течениях 20–30-х гг. этого столетия. Экспрессионизм в архитектуре XX в. проявлялся эпизодически как бунтарский протест передовых представителей Германии и других европейских стран. В целом, экспрессионизм в этой области не сформировал творческой программы и конкретной концептуальной структуры. Если обобщить архитектурный тезис этого направления, то он сводился бы к разрушению сложившихся художественно-архитектурных форм. Экспрессионизм как направление стремился выразить эмоциональные характеристики образа. Признаками стиля можно считать искажение природных форм – пещер, гор, растений, кристаллов для придания более эмоционального эффекта. Архитекторы-экспрессионисты сочетали ортогональные построения форм с криволинейными, включали динамическую асимметрию, контрастную цветовую гамму фасадов, использовали сочетания различных фактур. В архитектуре экспрессионизм можно узнать по эмоциональности и выразительности за счет метафоричности, гротескности, деформации и по динамике пластики форм.

Архитектура экспрессионизма, как и живопись экспрессионизма, особенно проявилась в Германии начала XX столетия. Ведущие архитекторы – Эрих Мендельсон, Ганс Шарун, Ганс Пельциг, Хуго Хэринг. Астрофизическая лаборатория в Потсдаме «Башня Эйнштейна» архитектора Эриха Мендельсона стала символом архитектуры экспрессионизма (1920–1921 гг.) (рис. 1). Она сочетает функционализм и особую скульптурную выразительность формы в целом. Органическая архитектура Френка Ллойда и Ренни Макинтоша перекликается с живописью лирической абстракции в конце XIX – начале XX в.

Рудольф Штайнер создал здание (1925–1928 гг.) «Гетениум» в Дарнахе, штаб-квартира антропософии в Европе. Это архитектурное сооружение не имеет острых углов, отделано

натуральными материалами. Предпочтение отдано плавности форм (рис. 2).

Передовые архитекторы начала XX в., такие как В. Гропиус и Л. Мис ван дер Роэ, поэкспериментировав в этом направлении, возвратились на путь рационалистических поисков пространственных решений. В 1923–1924 гг. экспрессионизм как течение в архитектуре приостанавливает свое проявление, и его последователи часто вставали на радикально-противоположный путь архитектурных решений.

Следующий этап экспрессионизма в архитектуре проявился в 1930-1960-х гг. Творческие концепции перекидывали мостик к революционным движениям начала века. Экспрессионисты видели в архитектуре возможность преобразования общества в целом, тогда как сторонники неоклассицизма стремились закрепить сложившийся порядок.

Архитектура постмодернизма явила несколько стилистических решений, и одним из них было применение метафоры в проектировании архитектурных объектов. Причудливые



Рис.1. Астрофизическая лаборатория в Потсдаме «Башня Эйнштейна»
арх. Эриха Мендельсона стала символом архитектуры экспрессионизма (1920–1921 гг.)

Fig. 1. The astrophysical laboratory in Potsdam "Einstein Tower"
by Archpriest Erich Mendelsohn became a symbol of the architecture of expressionism (1920-1921)

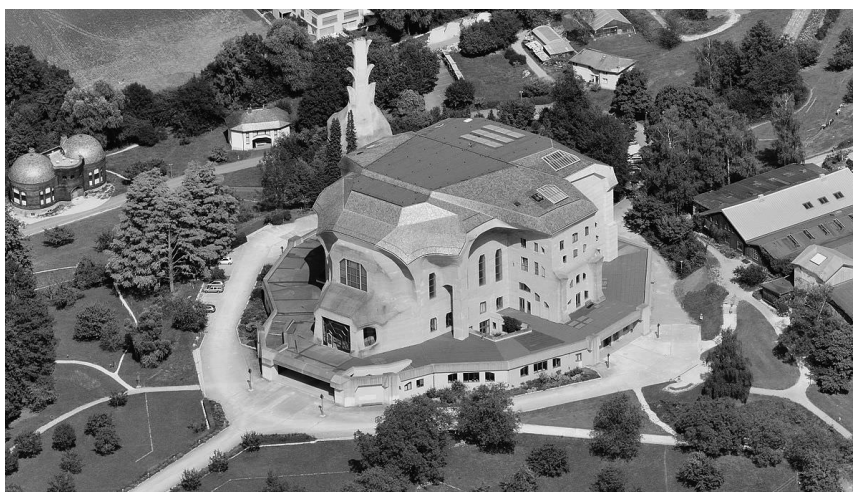


Рис. 2. Здание «Гетениум» в Дарнахе, штаб-квартира антропософии в Европе.

Арх. Р. Штайнер. Строительство в 1925–1928 гг.

Fig. 2. The Hetenium building in Darnach, the headquarters of anthroposophy in Europe.
Arch. R. Steiner. Construction in 1925-1928

формы архитектурных сооружений создавались в Соединенных Штатах Америки во второй половине XX в. Брюс Гофф нестандартно подходил к форме жилых домов, использовал необычные строительные материалы. Одно из известных его сооружений – Бэвиджер хаус в Оклахоме (1957 г.). В Венгрии в 1989 г. была возведена Римско-католическая церковь в Пакш. В Голландии Эрик ван Эгераат предлагал свои биоморфные здания, соединяя традиции и новые тенденции. В 1991 г. в Швеции архитектор Ральф Эскин построил здание в виде корабля, где метафора выступила художественным приемом, стремящимся к свободе формообразования. Новый этап развития экспрессионизма проявился во многих странах мира [5–7].

Архитекторы начала XXI в. осуществляют свои самые смелые замыслы, используя цифровые технологии. Так, музей истории

Эмиратов (архитектурное бюро Нормана Фостера, начало строительства 2010 г.) представляет собой пять ажурных металлических башен. Конструкция башен символизирует перья экзотических птиц, которыми очень увлечен шейх Зайду бин Султан аль Найян, основатель ОАЭ. Образ перьев послужил метафорой в создании художественного концептуального образа новой архитектуры, где воображение проектировщиков адаптируется под требования конструктивных решений предметно-пространственного объекта. Самый крупный из пяти атриумов имеет высоту 125 м, комплекс располагает шестью просторными галереями, объединен ландшафтным садом и представляет собой современное достижение в области организации объемного пространства. Строительство комплекса планируется закончить в 2025 г.

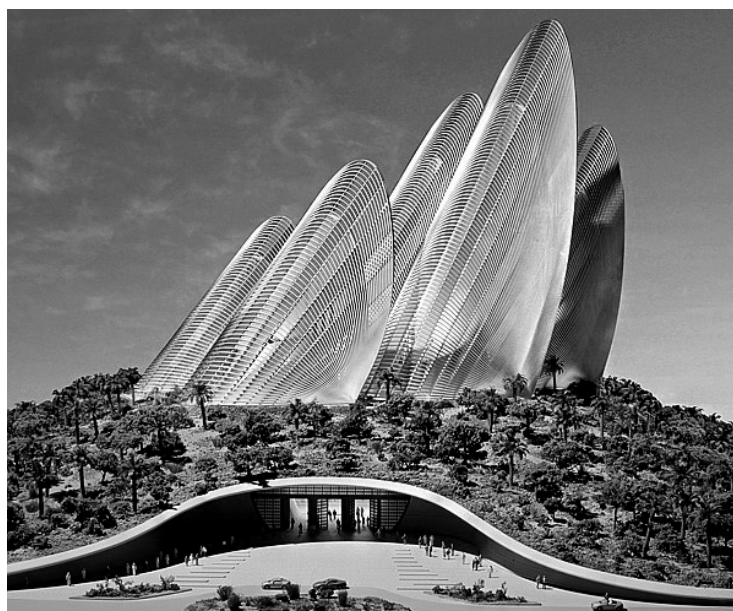


Рис. 3. Национальный музей Заеда, музей истории Эмиратов (архитектурное бюро Нормана Фостера, начало строительства 2010 г.)
Fig. 3. Zayed National Museum, Emirati History Museum (Norman Foster Architectural Office, Construction Commencing 2010)

Выводы. Эстетические принципы экспрессионизма определяют систему, управляющую процессом создания произведений живописи и архитектуры, на протяжении нескольких столетий то проявляясь, то исчезая в определенные периоды времени. Исследование вопроса показало, что характерные черты экспрессионизма особенно востребованы в переломные периоды формирования социокультурной среды общества, когда чувствуются перемены, отвержение старого и рождение нового во всех проявлениях человеческого существования.

Главным отличием живописи от архитектуры является фронтальность изображения в первом виде искусства и объемная «пространственность» во втором. Экспрессионизм объединяет эти два вида искусства поиском выразительности художественного языка. Можно сделать вывод о том, что приемы экспрессионизма способствуют передаче образа неустойчивости, состояния напряжения, отхода от устоявшихся норм живописных решений и формообразования в архитектуре. В живописи используется форма пятна, контрастность цветового сочетания

и особая манера мазка. В архитектуре экспрессия выражается в деформации формы, в отказе от геометрии планов и в целом, в нарушении установившихся ортогональных построений объектов. Современный экспрессионизм не обходится без новых технологий творчества, без новых способов художественного решения, формируя эстетические оценки действительности. Стилистика экспрессионизма позволяет художникам и архитекторам создавать новые цветовые гаммы и формы, будоража зрителей и побуждая их к интерактивному общению с творцом, воздействовать на чувства зрителей и вызывать у них восторг. Эстетика экспрессионизма динамична, активна, жива и тем самым особенно актуальна в наше время.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Герман М. Модернизм. Искусство первой половины XX века. 2-е изд., испр. СПб.: Азбука-классика, 2005. 480 с.: ил.
2. Куликова И.С. Экспрессионизм в искусстве. М.: Наука, 1978. 184 с.
3. Андреева Е.Ю. Постмодернизм. Искусство второй половины XX – начала XXI века. СПб.: Азбука-классика, 2007. 496 с.
4. Кандинский В. О духовном в искусстве. М.: Эксмо-Пресс, 2020. 160 с.
5. Маньковская Н. Эстетика постмодернизма. СПб.: Алетейя, 2000. 347 с.
6. Сазанова Р.С. Экспрессионизм в современной зарубежной архитектуре XX – начала XXI вв.: дис. ... канд. арх. 05.23.20. Н. Новгород: Нижегород. гос. арх.-строит. ун-т, 2018. 224 с.

Об авторах:

СТОЛЯРОВА Елена Георгиевна

кандидат искусствоведения, профессор, доцент кафедры архитектурно-строительной графики и изобразительного искусства
Самарский государственный технический университет
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: st998707@mail.ru

БЕРЕЗИН Андрей Евгеньевич

доцент кафедры архитектурно-строительной графики и изобразительного искусства
Самарский государственный технический университет
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: end_b@mail.ru

7. Сазанова Р.С. (Караваяева Р.С.) Композиционные способы выражения экспрессии в архитектуре // Великие реки: Междунар. науч.-пром. форум: тр. конгресса. Н. Новгород, 2014. Т. 3. С. 153–155.

REFERENCES

1. Herman M. Modernism. *Modernizm. Iskusstvo pervoy poloviny XX veka. 2-e izd., ispr.* [Art of the first half of the twentieth century. 2nd ed., Ref.]. St. Petersburg, Azbuka-classic, 2005. 480 p.
2. Kulikova I.S. *Jekspressionizm v iskusstve* [Expressionism in Art]. Moscow, Nauka, 1978. 184 p.
3. Andreeva E.Yu. *Postmodernizm. Iskusstvo vtoroy poloviny XX – nachala XXI veka* [Postmodernism. Art of the second half of the XX – early XXI centuries]. St. Petersburg, Azbuka-classic, 2007. 496 p.
4. Kandinsky V. *O duhovnom v iskusstve* [On spiritual in art]. Moscow, Exmo-Press, 2020. 160 p.
5. Mankovskaya N. *Jestetika postmodernizma* [Aesthetics of postmodernism]. St. Petersburg, Aletheia, 2000. 347 p.
6. Sazanova R.S. *Jekspressionizm v sovremennoj zarubezhnoj arhitekture XX – nachala XXI vv. Cand, Diss.* [Expressionism in modern foreign architecture of the 20th - early 21st centuries. Cand. Diss.]. Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering, 2018. 224 p.
7. Sazanova R.S. (Karavaeva R.S.). Compositional ways of expressing expression in architecture. *Great Rivers: Mezhdunar. scientific-industrial. forum: tr. Congress* [Velikie reki: Mezhdunar. nauch.-prom. forum: tr. kongressa]. Nizhny Novgorod, 2014, V. 3, pp. 153–155. (In Russian).

STOLYAROVA Elena G.

PhD in Art History, Professor, Associate Professor of the Architectural and Construction Graphics and Fine Arts Chair
Samara State Technical University
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244
E-mail: st998707@mail.ru

BEREZIN Andrey Ev.

Associate Professor of the Architectural and Construction Graphics and Fine Arts Chair
Samara State Technical University
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244
E-mail: end_b@mail.ru

Для цитирования: Столярова Е.Г., Березин А.Е. Эстетические принципы экспрессионизма в современной архитектуре // Градостроительство и архитектура // Градостроительство и архитектура. 2024. Т. 14, № 1. С. 150–156. DOI: 10.17673/Vestnik.2024.01.17.

For citation: Stolyarova E.G., Berezin A.E. Aesthetic Principles of Expressionism in Modern Architecture. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2024, vol. 14, no. 1, pp. 150–156. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2024.01.17.

Е. В. ШЛИЕНКОВА
Х. В. КАЙГОРОВОДА

ОТ МУЗЕЯ ДО ПОСТМУЗЕЯ. ИММЕРСИВНАЯ СРЕДА КАК МЕТАПРОСТРАНСТВО ПОЛИЛОГА

FROM MUSEUM TO POSTMUSEUM. IMMERSIVE ENVIRONMENT
AS A METASPACE OF A POLYLOGE

Статья продолжает исследование принципов музейного проектирования, которое было посвящено таким феноменам, как «протомузей – иммерсия – празритель», визуальная природа иммерсивности и пространственно-чувственный опыт ее проживания. На данном этапе внимание уделено следующей типологии музеефицируемых сред: музей-на-перепутье (Новейшее время/ музей-театр, музей без стен, виртуальный музей) через переход от «музея – техноиммерсивности – зрителя» к «постмузею – иммерсивности – незрителю». Рассмотрена эволюция цифрового серфинга и построение интерактивных стратегий, конфликт технологической иммерсивности и когнитивных свойств психики зрителя: что происходит с ним внутри и вне цифровой среды? Особое внимание уделено повествовательной иммерсивности и роли музея в реализации новых «ритуальных» и «игровых» практик, способных составить конкуренцию философии дауншифтинга в попытке выйти из цифровой реальности, вернуть зрителю важнейшее чувство «проприоцепции» и присутствие в настоящем моменте.

Ключевые слова: музей, протомузей, постмузей, иммерсия, иммерсивность, техноиммерсивность, зритель, незритель, музейное проектирование, интерактивность, иммерсивные технологии

The article continues the research of the principles of museum design, which was devoted to such phenomenon as “protomuseum – immersion – spectator” and the visual nature of immersiveness and the spatial and sensory experience of its living. At this stage, attention is paid to the following typology of museumified environments: museum-at-the-crossroads (Modern times/ museum-theater, museum without walls, virtual museum, etc.) through the transition from “museum – techno-immersiveness – spectator” to “postmuseum – immersiveness – non-spectator”. The evolution of digital surfing and the construction of interactive strategies, the conflict of technological immersiveness and the cognitive properties of the viewer’s psyche are considered: what happens to him inside and outside the digital environment? Particular attention is paid to the narrative immersiveness and the role of the museum in the implementation of new “ritual” and “game” practices that can compete with the philosophy of downshifting in an attempt to get out of digital reality, return to the viewer the most important sense of “proprioception” and presence in the moment.

Keywords: museum, protomuseum, postmuseum, immersion, immersiveness, techno-immersiveness, spectator, non-spectator, museum design, interactivity, immersive technologies

Иммерсивные технологии подразумевают пересмотр традиционных определений субъекта и объекта, ролевых отношений «автор-пользователь»: **ведущая роль отводится зрителю как полноправному участнику и создателю среды (носителю живого альтернативного видения – наполнение медийной составляющей).** Иммерсивная среда – метaproстранство полилога «автор-соавтор-среда-объекты-контекст», в котором обоснованно применение принципов сценографии. Знание типологии иммерсивных практик (от «прото-»: ритуальный танец, этно-ритуал, религиозные обряды, до «мета-»: представление для одного зрителя) – теоретическая основа для режиссиро-

вания провокаций сознания на иллюзорное ощущение дистанции/ вовлеченности, контроля/ потери контроля над ситуацией, реальности/ виртуальности происходящего. Можно выделить несколько дизайн-прогнозов, способных повлиять на вектор развития принципов иммерсивности: право выбора – «эмансипированный зритель» (присутствие и отсутствие); уровень воздействия на ход диалога или на его смысл; границы воздействия (когнитивный контроль, дистанция, ответственность за информацию и интерпретацию); авторефлексия (допустимая субъективность). Музей становится равен многосерийно переживаемому опыту.

Музей – техноиммерсивность – зритель

Музей – «машина» для святилища

Круговая панорама (XVIII в.) признана прообразом современного визуального иммерсивного опыта. 14 мая 1793 г. на Лестер-сквер в Лондоне открыта первая в мире стационарная круговая панорама, позже появились передвижные варианты. Это были собирательные образы – художественное обобщение места (экзотические пейзажи колоний, виды известных европейских городов) в застывшем (задокументированном) моменте, батальные сцены.

Возникающий эффект погружения играл в таких случаях развлекательную роль (*коммерческая иммерсия*), наглядного воспитательного пособия, патриотического воспитания (истории военной славы нации), был удобен для стратегического планирования (*стратегическая/ тактическая иммерсия*) [1].

По мнению О. Грау, если первые иммерсивные среды (Вилла Мистерий) были только буфером между обыденным и сакральным, то панорама вышла за рамки создания атмосферы, стала паразитировать на природных свойствах человеческой психики (воображение, контроль, пространственные границы). Протоиммерсивные панорамы стали символическим

присвоением роли наблюдателя-обладателя, посетителя-завоевателя, подпитывающим чувство человеческого могущества [2].

Култ вещей в зарождающемся обществе потребления, давление «рекламной машины» [3] культуриндустрии превращает музей, стремящийся за трендами и посещаемостью, в цифровой аттракцион, ящик фокусника, десакрализованный бизнес-проект (рис. 1) [4].

Интерактивность как эксплуатация иммерсии

Первые опыты с интерактивностью связаны с распространением в 1970-е гг. кибернетики (наука о процессах информационного обмена и самоорганизации био-, киберсистемах и обществе как едином организме). О. Грау особенно выделяет возникшую возможность анимировать статичную панораму: иммерсивность – больше не «маркер «застывшего момента, а онтогенетическая история» [2]. Интерактивные машинные интерфейсы перевели акцент с тактильности на визуальность (например, 3D-симуляции): формула игры «если видишь – действуй» – захватывает зрение, стимулирует на быстрые действия по инерции, ограничивая при этом двигательные реакции/ заставляя приспособиться к издержкам технологии [1].

п р о т о _ м е т а



Рис. 1. Протометамузей. Десакрализация. Иммерсия стратегическая / иммерсия коммерческая, технологическая / онтогенетическая, манипуляция

Fig. 1. Protometamuseum. Desacralization. Immersion strategic/commercial, technological/ontogenetic, manipulation

Если иммерсивность в изначальном своем определении – это стратегия по выявлению и многократному усилению области чувственного восприятия (при нахождении в иммерсивной среде задействованы в равной степени все органы чувств – зрение, слух, обоняние, осязание), то интерактивные системы разрабатываются с учетом конкретной физической активности пользователя (разнообразной по характеру и степени), которая является триггером для ответной реакции. Такой явный акцент на «машинную чувственность» заставляет серьезно задуматься о специфике и возможностях человеческого познания в новых пространственных отношениях («реконцептуализация» – результат переосмысления возможностей человеческого познания в новых пространственных отношениях) [1]. Отношения между субъектом и средой становятся горизонтальными: иммерсивность, подкрепленная интерактивными процессами, которые неподвластны контролю зрителя (о возможном присутствии которых он не всегда осведомлен), оборачивается властью машины, эксплуатирующей бессознательные реакции (рис. 2).

Философ Б. Массуми, рассуждая о сложившемся противопоставлении тела и машины в иммерсивных проектах архитекторов (Л. Спайброк, дуэт Диллер и Скофидо, Г. Линн), подчеркивает, что нелинейность работы мозга позволяет проектировщикам этот конфликт решать в пользу пластичных систем, уходить от статичных конструк-

ций, стать «инженерами опыта» (наблюдаемый повсеместно переход от «виртуальности» к «нейро-»). Э. Гудман также понимает интерактивность как «открытость системы» – возможность наслаивания новых связей, событий, отношений на уже существующие в проекте, вследствие активного соучастия зрителя [1].

Рассматривая современные интерактивные стратегии медиа-искусства, Р. Клуцпински (куратор, критик) указывает, что любой такой проект строится вокруг одного из элементов-триггеров, создающих эффект вовлечения: интерфейс, кибертекст, программное обеспечение, перформанс/ постановка. В зависимости от того, какой из элементов преобладает, выделяется восемь стратегий:

- инструмент (интерфейс = генератор событий)
- игра (акцент – действие)
- архив (акцент – информация)
- лабиринт (гипертекст – имеет заданные границы)
- ризома (кибертекст – открытая мультисистема)
- система (многокомпонентная замкнутая система, независимая от зрителя)
- сеть (организует цепочку отношений)
- спектакль (событие + участники-наблюдатели) [5].

Только три стратегии базируются на непосредственной визуализации информации

п р о т о _ м е т а

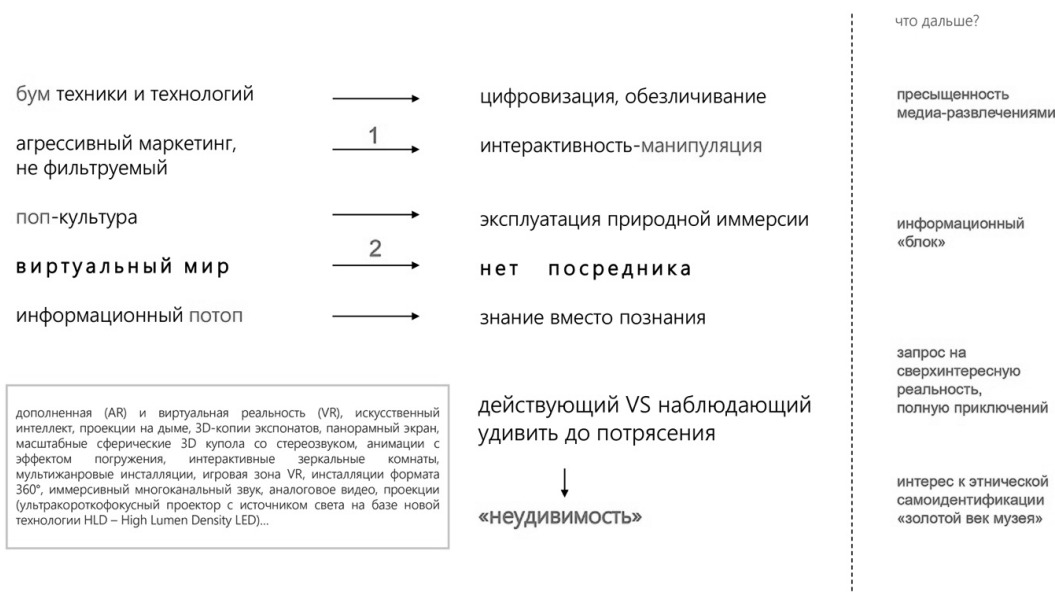


Рис. 2. Протометамузей. Виртуальный мир/ отсутствие посредника
Fig. 2. Protometamuseum. Virtual World/No Intermediary

(архив, лабиринт и ризома), что, по мнению Клаузински, свидетельствует о сложившемся превалировании развлечения над функциональностью (data-as-display VS data-as-data) [5]. То есть *технологическая иммерсивность*, построенная на агрессивном интерактивном начале, становится механизмом намеренного давления на когнитивные свойства психики зрителя.

Цифровой зритель: внутри и вне цифровой среды

Тотальная информатизация, визуализация, сверхкоммуникация приводят к трансформации познавательных и пространственных механизмов человека: в пределах цифрового серфинга проявляются гибкость, сверхскорость, активная роль – искусственное воспринимается реальнее, чем действительное. Однако вне смоделированной среды наблюдается паралич мышления, пассивность, так как утрачена базовая психофизиологическая сцепка с реальностью, ослаблены фильтрационные когнитивные барьеры. В связи с этим все большее внимание научного сообщества привлечено к изучению опасностей, которые сопутствуют неконтролируемому распространению иммерсивных сред.

Сторонники когнитивной теории (Н. Авербух, Б. Величковский, А. Войсунский, Р. Роджерс) концентрируют внимание на пси-

хофизиологическом аспекте присутствия в смоделированной реальности, выводят понятие «когнитивного контроля» (развитый и низкий) – системы мета-когнитивных функций сознания человека (сборка, инициация, настройка сенсомоторных реакций и их подавление, координация, коррекция ошибок, обработка), которые и обеспечивают чувство присутствия в искусственной среде и эффективную работу с виртуальными сценариями. При этом уточняется, что именно от глубины восприятия (степени контроля) отдельного субъекта зависит успех любого произведения, в том числе иммерсивного действия: т. е. доминантой в отношении среда–зритель является воспринимающий субъект, в сознании которого и разворачивается основное иммерсивное действие (в зависимости от качества субъективного опыта) (рис. 3).

Факторами, которые определяют взаимосвязь когнитивного контроля и ощущения включенности, являются: степень иммерсивности среды и естественность разработанного для нее сценария. Чтобы полноценное чувство присутствия возникло в низкоиммерсивной среде (со слабой интенсивностью переключений), субъект должен обладать развитым контролем. Высокоиммерсивные среды отличаются продуманной системой зрительных переключений и визуальных стимулов, которая позволяет даже при низком когнитивном контроле обе-

разработанность проблемы



Рис. 3. Разработанность проблемы. Технологический / психологический музей
Fig. 3. Development of the problem. Technological/Psychological Museum

спечить выраженное ощущение погружения: так, например, при подавлении зрительной активности и усилении сенсорно-моторной или акустической – чувство присутствия заметно усиливается. Также отмечается, что в случае, если среда излишне активно дезориентирует сенсомоторную координацию – возникает симуляторная болезнь: ослабление когнитивного контроля, приводящее к усилению иллюзии присутствия в пространстве, что чревато возникновением различного рода технологических зависимостей и потерей базовой психофизиологической сцепки с реальностью [6-8].

Постмузей – иммерсивность – незритель

Театр в музее и музей-театр

Агрессивное развитие культуриндустрии по бизнес-типу, т. е. эпоха переживаний, привело к деформации институционального опыта музея, который пытается встроиться в конкурентные отношения – отвоевать угасающее внимание публики, пресытившейся виртуальными аттракционами, жаждущей сверхинтересной реальности. Ответом на вызов становится оформление синтетической игровой формы музей-театр, активно эксплуатирующей сценические и перформативные практики (рис. 4).

Г. Кальеха и Р. Биггин, говоря об иммерсивном театре, утверждают, что термин «иммерсивность» имеет отношение непосредственно к форме произведения (например, спектакля), а субъективное восприятие события посетителем – уже за рамками термина. Они также разводят понятия «иммерсивный театр» (как жанр) и «иммерсивный опыт» (временное изменение состояния сознания) [9, 10].

Выделяют три типа иммерсивности по отношению к сценарному моделированию: «immersion as absorption» (иммерсивность как поглощение), «иммерсивность как перенос» [10] (Г. Кальеха) и «тотальная иммерсивность» [11] (Дж. Мэчон). Первый тип – о «вовлечении вообще... в любую среду, через любые каналы восприятия» [10, с. 23], когда связь субъекта и среды – пассивна: т. е. только среда оказывает воздействие на восприятие, восприятие же человека не может изменить среду. Второго типа, помимо поглощения, включает в себя активное взаимодействие «коммуникационных элементов» и пользователя (интерактивность), которое и формирует это ощущение переноса в иную реальность (например, виртуальную – без физического присутствия) [10, с. 27]. Третий тип – подразумевает обязательное физическое присутствие в среде, помимо ментального [11, с. 63].

М е т а



Рис. 4. Метамузей. Виртуализация сакрального.
Иммерсия повествовательная, метаиммерсивность (проприоцепция)?

Fig. 4. Metamusey. Sacred virtualization.
Immersion narrative, meta-immersiveness (proprioception)?

Иммерсивность на грани «мета-»

Неопостмодернизм/ послесовременность параллельно развивает антонимичное направление внедрения иммерсивности: т. н. музей без стен, который от развлекательной функции уходит к трансляции неосязаемых духовных ценностей. Здесь возможным становится отказ от вещи и места в их традиционных трактовках: смещается акцент с материального, сакральное виртуализируется и буквально становится бесстелесным.

Решающую роль в приручении технологии на данном этапе играет аксиологическая потребность человека, поиск способов визуализации и трансляции духовных ценностей (сверхбиологическое усложнение). Особенное значение на данном этапе приобретает музейная архитектура: здание музея становится предметом искусства: происходит идеологическое возвращение к образу первых протоиммерсивных сред, которые еще до момента знакомства с коллекцией вовлекают созерцателя в атмосферу сакрального.

Научность и эстетическая составляющая объединяются в единую смысловую систему, точность и интерпретация взаимодополняют и усиливают друг друга. Визуальные эффекты (традиционные и новаторские) преследуют цель создать пространственно-временной сценарий ощущений, обеспечить индивидуальный подход к каждому посетителю. Это становится возможным, когда к процессу проектирования относятся с пониманием, что музей – комплексный объект: научная, художественная, инженерная концепции должны быть согласованы и уточнены в прямом контакте с музейным сообществом и потенциальной аудиторией. Необходимо формировать междисциплинарные команды, где дизайнер будет связующим звеном, удерживающим целостность объекта. Важно органично соединить в игровом сюжете мультимедийные планы (в т. ч. аудио), переключения между информативными слоями, продумывать сценарии мультисенсорного опыта, выдерживать баланс между игрой, обучением, развлечением [3].

Уставший человек играющий

Человек XXI века – века визуальной культуры, цивилизации видения/ образов (А. Горных, А. Усманова) – измученный неопределенностью и скоростью «информационного потока», заигравшийся в цитаты, вновь возвращается к динамичному аудиовизуальному и синтетическому представлению информации (как, например, корпорамузыка в первобытном дей-

стве, психоакустика и аромадизайн, светомузыка в литургической драме – эффекты, позволяющие усилить воздействие звука – «экспоната», который нельзя непосредственно увидеть) [4]. Речь идет о подкреплении визуальных образов протоиммерсивными/ дотехнологическими эффектами, обоснованной многоуровневости (М. Кастельс, В. Боров, М. Каган). Всеобщее увлечение виртуализированными средами, новыми медиатехнологиями соседствует с философией дауншифтинга – бегства от цифровой реальности, увлечением экологией сознания – поиск присутствия в настоящем моменте, состояния проприоцепции (ощущение собственного тела в пространстве).

Изменились способы восприятия и обработки информации, возникла глобальная усталость от агрессивного однослойного, нефилтρουемого зрительного опыта. Востребована продуманная, функциональная многослойность, многосложность в организации пространства, способствующая заземлению, перезагрузке, снятию напряжения от информационного давления. В. Вундт («Введение в психологию») и Р. Арнхейм («Искусство и визуальное восприятие») выделяют следующие сценарии визуальных практик, затрагивающих все уровни чувственно-эмоциональной связи человека и среды:

- осязательный (тактильные ощущения: материал, фактуры);
- подпороговый сигнал (световой оформление);
- структурный тип (индивидуальное сенсорное поле – архитектурное решение).

Музеи могут обратить внимание на такие эмоциогенные практики, которые позволяют перейти от сверхдоступного информирования к непосредственной коммуникации, совместному выстраиванию сюжета [3]. Следует понимать, что посещение музея для современного «человека уставшего» – это, скорее, про ритуал перезагрузки, переключения, особенного эмоционального опыта, так как всю необходимую информацию можно почерпнуть в Сети – она уже не так ценна, как подобные игровые практики, включающие в сверхинтересную реальность, которая более контактна и качественна, чем виртуальная.

П. Ариезо – сторонник нарративного подхода к проектированию выставочных пространств – подчеркивает, что музейная история должна быть выдержана в эмоциональном напряжении (методы драматургии: свет, звук и т. д.), чтобы посетитель мог действительно почувствовать себя ее частью, и знания, подкрепленные эмоциями, эффективнее сохранились бы в многозадачной памяти. Однако качество информационного наполнения при такой

методологии должно быть самым тщательным образом проработано (тема, заголовки, иллюстративный ряд, слои чтения/ линейное, кросс-). Иммерсивность становится «повествовательной» [3].

Вывод. Иммерсивный музей в новой пост-цифровой идеологии становится органичным синтезом подлинности (пространства, артефактов, ощущений) и медийных расширений, которые позволяют запустить и предельно обострить эмоциональный опыт, акцентируя внимание на наличии у зрителя сенсорно-моторных и аудиальных степеней восприятия, восстановление физической связи с реальностью, ощущения присутствия здесь и сейчас. Это основа новой степени осознанности, т. н. экологии сознания (одна из ключевых парадигм современности).

Музей должен перестраиваться от избыточного информирования к буквальному «осязанию» социальной действительности. Главные задачи проектировщика иммерсивной среды – выстроить реалистичный сценарий, продумать систему различного типа переключений, определить допустимую степень влияния зрителя на объекты среды, выдержать баланс между погружением и потерей чувства реальности. Иммерсивные инструменты, позволяющие музею-на-перепутье оставаться актуальным, эффективно взаимодействовать с аудиторией: мифопроектирование и мифорефлексия (художественное проектирование экспозиционного образа), сценарное моделирование и игровая драматургия (образно-сюжетное построение экспозиции), цифровой сторителлинг (проектирование визуально-тактильных и аудиальных переключений).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дерюгина О. Иммерсивные и интерактивные среды // Центр экспериментальной музеологии [Электронный ресурс]. URL: redmuseum.church/deryugina-environments (дата обращения: 08.12.2019).
2. Грау О. Виртуальное искусство: от Иллюзии до Погружения. Mitt-Press, 2003. 430 с.
3. Музей в цифровую эпоху: Перегрузка [Электронный ресурс]. URL: mmbook-hse.ru/books/27/about/ (дата обращения: 29.06.2020).
4. Шлиенкова Е.В., Кайгородова Х.В. Протомузей – иммерсия – празнитель. Визуальная природа иммерсивности. Пространственный и чувственный опыт // Градостроительство и архитектура. 2023. Т.13, № 1(50). С. 158–165. DOI: 10.17673/Vestnik.2023.01.20.
5. Клущински Р. Стратегии интерактивного искусства // Journal of Aesthetics & Culture, 2010.
6. Авербух Н.В. Психологические аспекты феномена присутствия в виртуальной среде // Вопросы психологии. 2010. № 5. С. 105–113.
7. Величковский Б.Б., Гусев А.Н., Виноградова В.Ф., Арбекова О.А. Когнитивный контроль и чувство присутствия в виртуальных средах // Экспериментальная психология. 2016. Т. 9, № 1. С. 5–20.
8. Войскунский А.П., Меньшикова Г.Я. О применении систем виртуальной реальности в психологии // Вестник Московского университета. 2008. Т. 14, № 1. С. 22–36.
9. Biggin R. Immersive Theatre and Audience Experience. London, 2017. P.1, 27.
10. Calleja G. In-Game: From Immersion to Incorporation. London, 2011. P.23, 27.
11. Machon J. Immersive Theatres: Intimacy and Immediacy in Contemporary Performance. London, 2013. P. 63.

REFERENCES

1. Deryugina O. Immersive and Interactive Environments. *Centr jeksperimental'noj muzeologii* [Center for Experimental Museology]. Available at: redmuseum.church/deryugina-environments (accessed 8 December 2019).
2. Grau O. *Virtual'noe iskusstvo: ot Illjuzii do Pogruzenija* [Virtual Art: From Illusion to Immersion]. Mitt-Press, 2003. 430 p.
3. *Museum in the Digital Age: Reboot*. Available at: mmbook-hse.ru/books/27/about/ (accessed 29 June 2020).
4. Shlienkov E., Kaygorodova Kh. Protomuseum – Immersion – Proto-spectator. Visual Nature of Immersivity. Spatial and Sensual Experience. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2023, vol.13, no. 1 (50), pp. 158–165. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2023.01.20.
5. Klushinsky R. Interactive Art Strategies. *Journal of Aesthetics & Culture*, 2010.
6. Averbukh N.V. Psychological Aspects of the Phenomenon of Presence in a Virtual Environment. *Voprosy psihologii* [Questions of psychology], 2010, vol. 5, pp. 105–113. (in Russian)
7. Velichkovsky B.B., Gusev A.N., Vinogradova V.F., Arbekova O.A. Cognitive Control and the Sense of Presence in Virtual Environments. *Jeksperimental'naja psihologija* [Experimental psychology], 2016, vol. 9, no. 1, pp. 5–20. (in Russian)
8. Voiskunsky A.P., Menshikova G.Ya. On the use of virtual reality system in psychology. *Vestnik Moskovskogo universiteta* [Bulletin of the Moscow University], 2008, vol. 14, no. 1, pp. 22–36. (in Russian)
9. Biggin R. Immersive Theatre and Audience Experience. London. 2017. P.1. 27.
10. Calleja G. In-Game: From Immersion to Incorporation. London. 2011. P. 23. 27.
11. Machon J. Immersive Theatres: Intimacy and Immediacy in Contemporary Performance. London. 2013. P. 63.

Об авторах:

ШЛИЕНКОВА Елена Викторовна

кандидат философских наук, доцент,
и.о. декана Высшей школы искусств и дизайна
Национальный исследовательский Нижегородский
государственный университет им. Н.И. Лобачевского
603022, Россия, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23
E-mail: shlienkova.ev@unn.ru

SHLIENKOVA Elena V.

PhD in Philosophy, Associate Professor, Acting Dean
of The Higher School of Arts & Design
National Research Lobachevsky State University
of Nizhny Novgorod
603022, Russia, Nizhny Novgorod, Gagarina Ave., 23
E-mail: shlienkova.ev@unn.ru

КАЙГОРОДОВА Христина Владимировна

фрилансер, 3D-дизайнер
443081, Россия, г. Самара, ул. Стара-Загора, 46
E-mail: kayhv@mail.ru

KAYGORODOVA Khristina V.

Freelancer, 3D designer
443081, Russia, Samara, Stara-Zagora str., 46
E-mail: kayhv@mail.ru

Для цитирования: Шлиенкова Е.В., Кайгородова Х.В. От музея до постмузея. Иммерсивная среда как мета-пространство полилога // Градостроительство и архитектура. 2024. Т. 14, № 1. С. 157–164. DOI: 10.17673/Vestnik.2024.01.18.

For citation: Shlienkova E.V., Kaygorodova Kh.V. From Museum to Postmuseum. Immersive Environment as a Metaspace of a Polyloge. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2024, vol. 14, no. 1, pp. 157–164. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2024.01.18.

**НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
АРХИТЕКТУРНЫЙ ЖУРНАЛ
INNOVATIVE PROJECT**



Основан в 2016 году. Учредителем журнала является Самарский государственный технический университет
Журналу присвоен международный номер периодических изданий ISSN 2500-3437

Статьи, представленные для публикации в журнале, проходят обязательное независимое рецензирование, рецензентами выступают члены редакционной коллегии и ведущие российские ученые, работающие в сфере научной тематики журнала

Журнал выходит по следующим тематическим специальностям:

- Архитектура и градостроительство:
 - 2.1.11. Теория и история архитектуры, реставрация и реконструкция историко-архитектурного наследия
 - 2.1.12. Архитектура зданий и сооружений.
Творческие концепции архитектурной деятельности
 - 2.1.13. Градостроительство, планировка сельских населенных пунктов
- Прикладное искусство и дизайн:
 - 5.10.1. Теория и история искусства

Журнал индексируется: РИНЦ, Crossref

ПУБЛИКАЦИЯ В ЖУРНАЛЕ БЕСПЛАТНАЯ



ТЕРЯГОВА Александра Николаевна

кандидат архитектуры, главный редактор



443001, Самара, ул. Молодогвардейская, 194, АСА СамГТУ

Техническая поддержка:

Филиппов Василий Дмитриевич

Телефон: +7 (846) 339-14-59

E-mail: filippov.vd@samgtu.ru



Д. Б. ВЕРЕТЕННИКОВ

ОСНОВА КОНЦЕПЦИИ ВЕРТИКАЛЬНОГО ДИНАМИЧЕСКОГО УРБАНИЗМА

THE BASIS OF THE CONCEPT OF VERTICAL DYNAMIC URBANISM

В статье представлена концепция вертикального динамического урбанизма, обеспечивающего постоянную трансформацию вертикального города за счет применения самых современных строительных теорий и технологий. Взаимосвязь концепции и технологий составляет основу динамического вертикального урбанизма: робото-ориентированное проектирование, концепции открытого строительства, модульное строительство и промышленную сборку, автоматизацию на месте строительства и информационное моделирование зданий. Предлагается новая структура вертикального города, или вертикального динамического урбанизма, охватывающая весь жизненный цикл строительного объекта и характеризующаяся постоянной вертикальной трансформацией за счет применения новейших строительных технологий.

Ключевые слова: вертикальный динамический урбанизм, вертикальный город, открытое строительство, модульное строительство, информационное моделирование зданий

The article presents the concept of vertical urbanism, which ensures the constant transformation of the vertical city through the application of the most modern building theories and technologies. The interrelationship of concept and technology forms the basis of dynamic vertical urbanism: robot-based design, open building concepts, modular construction and industrial assembly, on-site automation and building information modeling. A new structure of the vertical city, or dynamic vertical urbanism, is proposed, covering the entire life cycle of a building object and characterized by constant vertical transformation through the use of the latest building technologies.

Keywords: dynamic vertical urbanism, vertical city, open building, modular building, building information modeling

Города являются местом проживания половины населения Земли, их архитектура, устройство и экология оказывают значительное влияние на жителей. При создании новых пространств в городах архитекторы учитывают прошлый опыт и предлагают решения в соответствии с современными требованиями [1, 2]. Городская форма расселения – это пространственная организация взаимодействия между жизненными процессами жителей и окружающим пространством. Интерес представляют закономерности формирования пространства: функциональные и территориальные зоны, центральные пространства, структурно-функ-

циональные связи [2]. Существует множество теорий о строении города. Но по какому бы пути или теории ни развивались города, на протяжении многих веков во всем мире их объединяет одно: наличие многоэтажной и малоэтажной застройки.

Несмотря на прогресс в области высотного строительства, горизонтальный рост городов увеличивает количество их проблем:

- Городская застройка захватывает все новые и новые территории, при этом местные флора и фауна постепенно исчезают. Это означает полное разрушение экосистем, которые формировались веками.

▪ Городское пространство используется нерационально, что создает транспортные и социальные проблемы. Практически в любом городе в час пик можно наблюдать перегруженность всех транспортных систем.

▪ Наличие промышленных зон в центральной части города. Такая ситуация связана с тем, что заводы, построенные на окраинах города в прошлом, сегодня находятся в центральной части из-за высоких темпов разрастания городской территории. Помимо загрязнения окружающей среды, негативным фактором является нерациональное использование промышленных площадей с учетом тенденций развития городов.

По мере роста городов возникает потребность в новых концепциях и подходах к планированию городского пространства. Высотное строительство послужило мощным стимулом для дальнейшего развития строительства и связанных с ним технологий, необходимых для развития мега-высотных кластеров, в которых люди могут находиться длительное время без необходимости покидать его. В XXI в. имеется достаточно предпосылок для реализации новой концепции развития в виде вертикальных городов [3, 4].

Идея **вертикального города** происходит от практики строительства небоскребов и представляет собой комбинацию соединенных между собой нескольких высотных зданий путем строительства горизонтальных высотных связей, которые служат пешеходно-транспортными коммуникациями между башнями, и разделения городских территориально-функциональных зон и общегородских процессов на подземный и надземный уровни, которые подразделяются по принципу функциональной принадлежности и могут включать несколько этажей. Такие высотные комплексы являются самодостаточными, способными разместить сотни тысяч человек в комфортной городской среде. Построенные таким образом вертикальные города смогут трансформироваться вслед за постоянно меняющимися потребностями как полноценный город с изменениями функций и форм городской жизнедеятельности. Для реализации данной идеи предлагается концепция проектирования и строительства многоуровневых городских комплексов вертикального города с применением современных проектных и строительных технологий.

В настоящее время существует ряд технологий, позволяющих повысить уровень комфорта при проживании в высотных комплексах. Разрабатываются специальные технологии, части конструкций изготавливаются по специальным заказам, а сам процесс монтажа учитывает особенности климата, форму здания, сроки строитель-

ства и другие специфические факторы. Можно с уверенностью сказать, что высотное строительство освоено застройщиками в полной мере и они могут решать любые возникающие проблемы, применяя современные конструкторские и инженерные решения, используя существующее оборудование и привлекая специалистов. Благодаря современным технологиям возможным решением дальнейшего роста городского пространства станет появление вертикальных городов, различные концепции которых сегодня активно предлагают архитекторы и градостроители.

Вертикальный динамический урбанизм представляет собой сложный процесс формирования функционально-пространственной системы динамично развивающихся высотных комплексов, обеспечивающий постоянную трансформацию вертикального города как вверх, так и вниз. Шесть взаимосвязанных концепций и технологий составляют основу вертикального динамического урбанизма: структурно-функциональные элементы города, роботизированное проектирование, концепция открытого строительства, модульность и сборные конструкции, локальная автоматизация, информационное моделирование зданий и сооружений (рис. 1).

Строительные фабрики на месте играют решающую роль в развитии вертикального динамического урбанизма. Чтобы обеспечить непрерывное возведение здания, крайне важно внедрить автоматизированные строительные фабрики сборки на стройплощадке. Такая фабрика предназначена для сборки здания с минимальным вмешательством человека. Использование и применение фабрик сборки на месте повысит эффективность и безопасность строительства. Платформа вертикальной транспортировки материалов управляется системой планирования подъема, которая создает план подъема на основе таких данных, как высота этажа, расстояние, ускорение, время сокращения манипуляции, количество остановок, скорость подачи строительного материала, цикл подъема, скорость перемещения материала и время ожидания. Необходимые данные можно собирать с датчиков, расположенных на конструкции здания или встроенных в строительные материалы [5, 6]. Основание каждой башни будет функционировать как станция загрузки, сортировки и сбора материалов во время строительства.

Платформа информационного моделирования процессов. Чтобы создать «центральную нервную систему» предлагаемой концепции вертикального города, предлагается концепция информационного моделирования процессов на основе накопленного прогресса в BIM технологиях [7]. Информационное моделирование процессов обеспечит совместный

способ планирования, проектирования, производства, сборки и управления на протяжении всего жизненного цикла строительного проекта. Основная цель информационного моделирования – внедрить текущую технологию BIM [8] и дополнить ее платформой баз данных, ориентированной на процессы, обеспечивающие бесперебойную передачу данных, а также способствующей беспрепятственному и постоянному обмену данными между всеми участниками строительства. Платформа информационного моделирования будет собирать информацию в режиме реального времени из выделенных кластеров данных, а затем хранить, классифицировать, обрабатывать и распространять наиболее важную информацию нужным заинтересованным сторонам в нужное время. Исходя из текущего прогресса исследований технологии BIM, была предварительно разработана системная архитектура предлагаемой платформы информационного моделирования для разработки всего жизненного цикла вертикального города (рис. 2).

Обычно строительство зданий осуществляется снизу вверх, начиная с наземной части. В разработанной концепции предполагается начать строить здание вниз по технологии «Top-Down» – «сверху вниз» [9, 10]. Современные технологии дают возможность строить под землей многоэтажные здания и разделять общегородские процессы на подземные, наземные и надземные уровни [11].

Комплексы зданий также будут разделены на уровни: на нижних уровнях будут расположены железнодорожные станции и другие транспортные коммуникации, включая подземные автостоянки. На среднем уровне – торговые центры, кинотеатры и другие общественные функции. На наземном уровне – улицы для наземного скоростного транспорта. Выше – уровень для транспорта, передвигающегося с меньшей скоростью, а следующий уровень предназначен для пешеходов.

Таким образом, вертикальный город – это многофункциональная многоуровневая структура, высота которой преобладает над площадью застройки земли и требует решения вопроса о функционировании горизонтальных связей, соединяющих высотные комплексы между собой. Решением с дополнительными пешеходными улицами, поднятыми в верхний надземный уровень, будут служить так называемые «небесные мосты».

«Небесные мосты» служат основными горизонтальными коммуникациями, путями и улицами, соединяющими разные уровни башен вертикальных комплексов, а также местом сбора городских сообществ для различных мероприятий. Эстакады должны быть соединены между



Рис. 1. Схема концепции «Вертикальный динамический урбанизм»
Fig. 1. Vertical Dynamic Urbanism Concept Diagram



Рис. 2. Системная архитектура предлагаемой платформы информационного моделирования на основе BIM технологии
Fig. 2. System architecture of the proposed BIM-based information modeling platform

собой с обеих сторон с помощью интегрированных выдвижных монтажных систем. «Небесные мосты» также могут выполнять различные функционально-планировочные задачи в рамках комфортной городской среды: рекреационные, спортивные площадки, открытые террасы и аллеи с озеленением, велодорожки и бассейны. Надземная улица может включать общественные сады с системой пешеходных путей, соединяющих коммерческие объекты, кинотеатры, рестораны, гостиничные комплексы и т. д. «Небесные мосты» объединяют жилые апартаменты и таунхаусы с объектами культурно-бытового обслуживания с медицинскими, спортивными и другими общественными функциями.

Благодаря концепциям автоматизации в строительстве вертикального города и применению концепции открытого строительства можно достичь непрерывной трансформации города и способности к адаптации в ответ на городские преобразования. Вертикальный город может развиваться и расти как вверх, так и вниз, расширяться путем создания транспортных сетей под землей и пешеходных «небесных мостов» над землей, объединяя между собой высотные башни и создавая тем самым полноценную вертикальную структуру города (рис. 3).

Следуя концепциям открытого строительства [12] и модульного строительства, строительный процесс вертикального города можно разделить на четыре подсистемы: конструкции, несущие компоненты, услуги и строительство.

Когда требуется реконфигурация здания, интерьер можно легко изменить; когда требуется перемещение и деконструкция, деконструкция может проводиться в порядке, обратном процессу строительства. Создается множество возможных сценариев будущего развития на протяжении всего жизненного цикла комплекса по принципам вертикального динамического урбанизма.

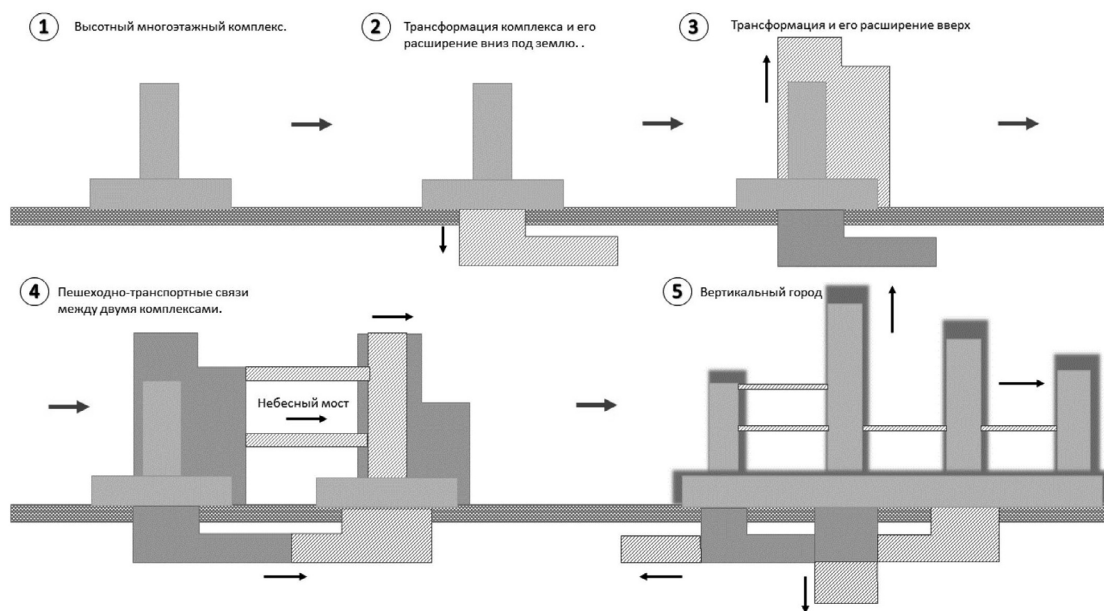


Рис. 3. Концептуальная схема непрерывного развития вертикального города
Fig. 3. Conceptual scheme for the continuous development of a vertical city

Вывод. Стремительная урбанизация, давление на окружающую среду и рост затрат на рабочую силу будут еще больше бросать вызов стабильности и устойчивости развития городской среды. Учитывая, что технические барьеры для популяризации технологии автоматизации строительства значительно уменьшились благодаря быстрому развитию информационных технологий и робототехники, технология автоматизации строительства предоставляет прекрасную возможность для решения критических проблем развития современных городов. Предлагаемая концепция вертикального динамического урбанизма имеет множество преимуществ в плане производства, строительства, экономичности, функционирования и устойчивого развития. Земли под застройку могут быть более эффективно использованы.

В городском масштабе концепция отражает яркую сущность города, который постоянно развивается и удовлетворяет потребности его жителей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Веретенников Д.Б. Метод изучения и преемственного преобразования планировочных структур крупнейших городов: монография. Самара: СГАСУ, 2016. 232 с.
2. Cho H.P., Lim H., Lee D., Cho H., Kang K. Technological Forecasting and Social Change, 2017.
3. Chen M., Liu W., Lu D. "Challenges and the way forward in China's new-type urbanization". Land Use Policy, 2016. 55. P. 334–339.
4. Akristiniy V., Boriskina Y. "Vertical cities – The new form of high-rise construction evolution". Proceedings, E3S Web of Conference. 2018. N. 33(01041). P. 1–11.

5. Pan W. Proposed Solution for Implementing the Housing Industrialization Strategy in China. M.Sc. thesis. Technique University of Munich. Munich. Germany. 2013.
6. Linner T. Automated and Robotic Construction: Integrated Automated Construction Sites, Dr.-Ing. Dissertation. Technical University of Munich. Munich. Germany. 2013.
7. Boch T., Linner T. «Robot-Oriented Design». Technische Universität München. February. 2016.
8. Pan W., Ilhan B., Bock T. "Process Information Modelling (PIM) Concept for Onsite Construction Management: Hong Kong Case". Periodica Polytechnica Architecture. 2018. V. 49. N. 2.
9. Зуев С.С., Маковецкий О.А. Опыт использования метода «up-down» при строительстве подземной и надземной части здания // Жилищное строительство. 2019. № 9. С. 24–30.
10. Shalenny V.T. Resource saving pile columns and slabs in top-down technology. Construction of Unique Buildings and Structures. 2020. V. 91. N. 9105.
11. Веретенников Д.Б. Архитектурное проектирование. Подземная урбанистика. М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2015. 176 с.
12. Кендалл С. Стратегия открытого строительства для достижения автономии жилых единиц в многоквартирных домах // Жилье и общество. 2004. № 31. С. 89–102.
5. Pan W. Proposed Solution for Implementing the Housing Industrialization Strategy in China. M.Sc. thesis. Technique University of Munich. Munich. Germany. 2013.
6. Linner T. Automated and Robotic Construction: Integrated Automated Construction Sites, Dr.-Ing. Dissertation. Technical University of Munich. Munich. Germany. 2013.
7. Boch T., Linner T. «Robot-Oriented Design». Technische Universität München. February. 2016.
8. Pan W., Ilhan B., Bock T. "Process Information Modelling (PIM) Concept for Onsite Construction Management: Hong Kong Case". Periodica Polytechnica Architecture. 2018. V. 49. N. 2.
9. Zuev S.S., Makovetsky O.A. Experience of use of the up-down method at construction of an underground and elevated part of the building. *Zhilishhnoe stroitel'stvo* [Housing Construction], 2019, no. 9, pp. 24–30. (in Russian)
10. Shalenny V.T. Resource saving pile columns and slabs in top-down technology. Construction of Unique Buildings and Structures. 2020. V. 91. N. 9105.
11. Veretennikov D.B. *Arhitekturnoe proektirovanie. Podzemnaya urbanistika* [Architectural design. Underground urban studies]. Moscow, Forum, Infra-M, 2015. 176 p.
12. Kendall S. Open Construction Strategy to Achieve Residential Unit Autonomy in Apartment Buildings. *Zhil'e i obshchestvo* [Housing and Society], 2004, no. 31, pp. 89–102. (in Russian)

REFERENCES

1. Veretennikov D.B. *Metod izuchenija i preemstvennogo preobrazovaniya planirovochnyh struktur krupnejshih gorodov* [Method of study and subsequent transformation of planning structures of the largest cities]. Samara, SGASU, 2016. 232 p.
2. Cho H.P., Lim H., Lee D., Cho H., Kang K. Technological Forecasting and Social Change. 2017.
3. Chen M., Liu W., Lu D. "Challenges and the way forward in China's new-type urbanization". Land Use Policy. 2016. N. 55. P. 334–339.
4. Akristiniy V., Boriskina Y. "Vertical cities – The new form of high-rise construction evolution". Proceedings. E3S Web of Conference. 2018. N. 33(01041). P. 1–11.

Об авторе:

ВЕРЕТЕННИКОВ Дмитрий Борисович
кандидат архитектуры, доцент, доцент кафедры градостроительства
Самарский государственный технический университет
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: dbv3@yandex.ru

VERETENNIKOV Dmitrii B.
PhD in Architecture, Associate Professor of the Urban Planning Chair
Samara State Technical University
443100, Russia, Samara, . Molodogvardeyskaya str., 244
E-mail: dbv3@yandex.ru

Для цитирования: Веретенников Д.Б. Основа концепции вертикального динамического урбанизма // Градостроительство и архитектура. 2024. Т. 14, № 1. С. 165–169. DOI: 10.17673/Vestnik.2024.01.19.

For citation: Veretennikov D.B. The basis of the concept of vertical dynamic urbanism. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2024, vol. 14, no. 1, pp. 165–169. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2024.01.19.

И. Д. ГУДЬ
Е. А. АХМЕДОВА

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРИГОРОДНОЙ ЗОНЫ МЕГАПОЛИСА БОЛЬШАЯ САМАРА. ЧАСТЬ I

BASIC PRINCIPLES OF URBAN TRANSFORMATION
OF THE SUBURBAN ZONE OF A MEGAPOLIS GREATER SAMARA. PART I

Существующие на сегодняшний день противоречия между разумным балансом планировочных, коммуникационных, промышленных, экологических процессов и организацией градостроительной структуры мегаполиса формируются в орбите актуальных вызовов для России. Автором рассматриваются новые концепции, ориентированные на создание международных транспортно-логистических коридоров и научно-производственных кластеров согласно стратегии неоиндустриализации и разработанного Российской академией архитектуры и строительных наук проекта Градостроительной доктрины России. На примере поволжского мегаполиса Большая Самара рассматриваются: основные градостроительные принципы по регулированию трансформации пригорода мегаполиса; пространственная структура мультимодальных систем. Предлагаются перспективные модели опорного каркаса территорий с научно-практической организацией пространства, рассматриваемые по сферам их действия: архитектурная, градостроительная, управленческая, экологическая, экономическая. Автор опирается на научные труды архитекторов, градостроителей, эконом-географов, урбоэкологов и других специалистов, изучающих городские процессы.

Ключевые слова: градостроительные принципы, транспортная инфраструктура, мультимодальные системы, стратегическое планирование, сельские территории

Введение. Автор, опираясь на прошлые и нынешний технологические уклады общества, попытался проследить взаимосвязь всех отраслей промышленности с развитием новых первичных источников энергии. Так, например, первый паровой двигатель решил проблему размещения ткацкой фабрики на любом природном ландшафте. Производство паровых машин активно развило металлургическое производство, которое в свою очередь сподвигло прогресс искать новый первичный источник энергии, найдя каменный уголь и дальше по спирали развития. Распространение технических изобретений привело к возникнове-

The contradictions that exist today between a reasonable balance of planning, communication, industrial, environmental processes and the organization of the urban planning structure of a megapolis are formed in the orbit of current challenges for Russia. The author examines new concepts aimed at creating international transport and logistics corridors and scientific and production clusters in accordance with the strategy of neo-industrialization and the draft Urban Planning Doctrine of Russia developed by the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences. Using the example of the Volga region megapolis Greater Samara, the following are considered: the basic urban planning principles for regulating the transformation of the suburbs of the megapolis; spatial structure of multihub systems. Promising models of the supporting framework of territories with scientific and practical organization of space are proposed, considered according to the spheres of their action: architectural, urban planning, management, environmental, economic. The author relies on the scientific works of architects, urban planners, economic geographers, urban ecologists and other specialists studying urban processes.

Keywords: urban planning principles, transport infrastructure, multihub systems, strategic planning, rural areas

нию новых товаров и большому объёму грузов и пассажиропотоков, что в свою очередь привело в 1825 г. к строительству железнодорожного транспорта [1]. Многие учёные выдвигали теории об основополагающих факторах перехода экономического уклада. Неизменным остаётся то, что материальной основой движения был процесс нарушения – это удорожание первичного источника энергии и процесс восстановления – это внедрение нового первичного источника энергии.

Задача статьи. Сформулировать авторскую методику определения основных принципов градостроительной трансформа-

ции пригородной зоны мегаполиса на основе совмещения результатов анализа, оценки и обобщения зарубежного и отечественного опыта. Рассмотреть четыре пространственные структуры мультиузловых систем в виде схем развития территорий, учитывающих функционально-планировочную и объёмно-пространственную организацию поселений.

Теоретическая часть. В статье сделана попытка опереться в исследовании функционально-пространственного развития градостроительных структур Среднего Поволжья и, в частности, этапов трансформации пригородных территорий крупных городов Самарской области – Самары, Тольятти (ранее Ставрополь), Сызрани и других на сложившиеся основные принципы градостроительного проектирования [2].

Принципы градостроительной трансформации пригородной зоны мегаполиса. Опираясь на исторический опыт создания научно-практических моделей и анализ существующих процессов организации градостроительного проектирования крупного урбанизированного мегаполиса Большая Самара, делается попытка сформировать пять принципов градостроительной трансформации пригородной зоны мегаполиса. Формируются принципы по сферам их деятельности: архитектурные, градостроительные, управленческие, экологические, экономические.

Основные принципы содержат следующие положения:

I. Эволюционно-волновое развитие новых технологий (Emerging technologies policy) [3]

При этом принципе происходит постоянный поиск нового и перспективного первичного источника энергии и внедрение новых инновационных технологий в развитие всех сфер человеческой деятельности. Принцип основывается на фундаментальной теории Кондратьева производственного капитала, связанного с жизненным циклом технологических изменений в экономических процессах.

II. Транзитно-ориентированное проектирование (transit-oriented development) [4]

При этом принципе территориальное планирование разделяется на три типа застройки: высокоплотную, умеренно плотную и низкоплотную. *Высокоплотная застройка* – это деловой высокоэтажный центр с общественными центрами с компактными расположенными пространствами и местами отдыха, а также зона производственной, инженерной и транспортной инфраструктур, санитарно-защитная зона, мультиузел, зона специального назначения и подобные. *Умеренно плотная застройка* – это

нежилая коммерческая недвижимость временного пользования средней этажности застройки, общественные центры с открытыми пространствами, научные и образовательные институты как элемент социальной структуры, зона рекреационного назначения, культурно-развлекательный центр, рынок, культовые постройки, культурно-зрелищные учреждения и подобные. *Низкоплотная застройка* – это селитебная зона с объектами социальной инфраструктуры, зелёная зона, крестьянское (фермерское) хозяйство, зона питомников и подобные. Все типы застроек связаны транспортной инфраструктурой (скоростным транспортом, станциями и остановками общественного транспорта для уменьшения пассажиропотока на личном транспорте. Разделение пассажирского и транспортных потоков на разных уровнях.

III. Трансконтинентальное торговое-пассажирское транспортное сообщение. Север-Юг, Запад-Восток. Россия как международный мост [5]

При этом принципе транспортный коридор рассматривается как составная часть международной транспортной системы, позволяющая передвижение всех видов транспорта по созданному трансконтинентальному сообщению с максимальной интенсивностью и минимальным промежутком времени. При формировании такого коридора учитываются грузо- и пассажиропотоки со связью Север-Юг, Запад-Восток, а территория России рассматривается как международный мост ввиду самого выгодного геополитического расположения страны.

IV. Конкурсное проектирование [6]

При этом принципе учитываются средние и долгосрочные формы взаимодействия в виде государственно-частного партнёрства с целью вложения капитала как в Самарский регион, так и в целом в Среднее Поволжье. С целью сокращения разрыва в вовлечённости профессионального сообщества и местного населения устраиваются конкурсы с целью привлечения как можно большего количества мнений участников и поиска наиболее перспективных решений для конкретного задания на проектирование. При таком участии образуются новые архитектурные бюро и выходят на рынок специалисты со свежими, нетривиальными идеями ухода от типового строительства.

V. Инновационное проектирование

При этом принципе формируется кластерное стратегическое проектирование. Внедрение в строительство современных и инновационных технологий, таких как высокоскоростные виды транспорта (гиперпетля, гиперзвуковые самолёты, суда на подводных крыльях и на

динамической воздушной подушке). Перераспределение административно-управленческих функций городов-соседей.

Комфортная и безопасная сельско-городская среда. Целостность всех природно-ландшафтных территориальных компонентов, динамическое равновесие природных и антропогенных сред. Формирование отраслевых кластеров, которые в свою очередь объединяются опорной сетью скоростных транспортных магистралей и сетью улиц и дорог. В узлах пересечений формируются основные комплексы предприятий с жилыми, научно-производственными, энергетическими зонами.

В соответствии с установленными Правилом России и принятыми главой государства национальными проектами стратегической задачей является создание беспилотных летательных систем, космонавтика, наука и образование, экология, демография, цифровизация и др. [7].

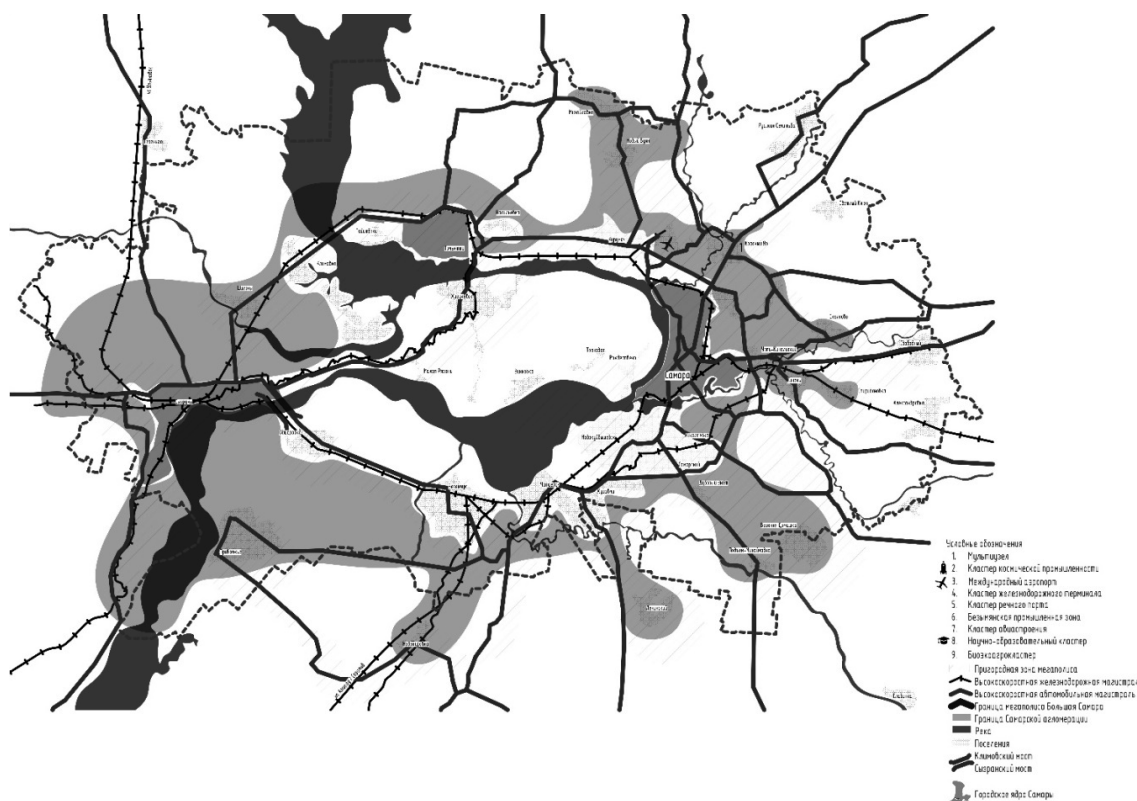
Предпосылки формирования мультиузлов. Мультиузлы понимаются автором как узлы линейных кластеров нового типа с многофункциональными градостроительными образованиями, расположенными на пересечении магистральных путей сообщения, интегрированными с пространствами поселений с высокоразвитой транспортной инфраструктурой и инженерными объектами с полной автономией и информационно-коммуникационным сообщением, обеспечивающим логистику движения пассажиров, материальных и иных ресурсов для достижения мультипликативного эффекта. Пространственные модели мультиузлов подразделяются на типы и классы в зависимости от расположения и набора функций [8].

В современной мировой экономике товаропроводящий транзитный потенциал оценивается как наиболее эффективная форма грузопассажирского обмена. Транзитный и промышленный потенциал России способен создать мощную конкуренцию мировым транспортным корпорациям. Формирование терминально-складской инфраструктуры в Самарском транспортном мультиузле позитивно отразится на всех экономических отношениях Самарского региона. Создание транспортно-логистического кластера с дополнительными многофункциональными включениями позволит укрепить институты предпринимательства и государственного управления, используя параллельно горизонтальную и вертикальную структуры управления. Автором предлагается теоретическая модель полицентрической структуры пригородной зоны мегаполиса Большая Самара (см. рисунок), в которой роль центров выполняют мультиузлы.

В статье затрагивается опыт пространственно-планировочной и ландшафтно-морфоструктурной организации многофункциональных включений (в авторской трактовке – мультиузлы) на примерах развитых стран. Градостроительная типология мультиузловых систем любого иерархического уровня зависит от сложности процессов, протекающих в них, и вариантов комбинаций различной транспортной инфраструктуры. Мультиузлы в системах расселения включают следующие типы планировочных структур: регулярная, линейно-узловая, радиально-лучевая, свободная и комбинированная.

Пространственная структура мультиузла. Ландшафтная организация мультиузлов в системах расселения определяется следующими типами: компактная, рассредоточенная и расчленённая. Функциональная программа мультиузловых систем содержит следующий набор основных территориальных зон: селитебная, общественно-деловая, производственная, рекреационная, сельскохозяйственная и специального назначения.

К примеру, Мультиузел-О5_р (г. Ванкувер, Канада) в мегаполисе Большой Ванкувер, провинция Британская Колумбия, Канада представляет собой город-ядро с регулярной пространственно-планировочной структурой, сформированной вдоль шоссе 99 Британской Колумбии (British Columbia Highway 99) и улицы Гастингс (Hastings Street), является одним из наиболее важных транспортных коридоров север-юг и восток-запад в провинции Британская Колумбия, Канада. Обводной дорогой является Пограничная дорога (Boundary Road) с востока, Южно-западный проезд Марин (Marine Drive) с юго-востока, Трансканадское шоссе (Trans-Canada Highway) с севера. Тип ландшафтной организации Большого Ванкувера представляет собой расчленённый тип со сформировавшимся мультиузлом в месте пересечения магистральных дорог Трансканадское шоссе, Пограничная дорога и железнодорожной магистрали Центральная долина Гринуэй (Central Valley Greenway), представляющих собой комбинацию 24 км маршрута железной дороги, соединяющей пригороды Бернаби (Burnaby) и Нью-Вестминстер (New Westminster), и протянутый вдоль велосодорожек и пешеходных путей по зелёному маршруту, который соединяет места отдыха по холмистому рельефу местности (местные парки и скверы). Подземный уровень – это линия метро со станциями в общественных центрах, промышленных кластерах и деловых центрах, ведущая к речному порту Брюнет (Brunette).



Мегаполис Большая Самара
Megapolis Greater Samara

Градостроительная типология мультиузловых систем содержит следующую иерархическую организационную структуру, развитую по рангам, зависящим от сложности протекающих в них процессов и вариантов комбинаций различной транспортной инфраструктуры. Мультиузлы в авторской теоретической модели подразделяются по видам взаимодействия с другими субцентрами мегаполиса и выхода на глобальный уровень, где буква обозначает местоположение (О – «окружной», Р – «региональный», Л – «локальный»).

▪ Окружной мультиузел – это линейный кластер глобального уровня первого порядка, реализующий распределение товаров и услуг как на межрегиональном маршруте, так и на международном транзите, главным образом связывающий централизованные ядра мегаполиса внутри городской агломерации. Зона их влияния распространяется на крупные экономические районы. Примером взаимодействия может быть Приволжский федеральный округ с мегаполисом Большая Самара в ядре, взаимодействующий с Центральным, Северо-Западным, Уральским, Южным федеральными округами и центральным субрегионом Азии.

▪ Региональный мультиузел – это трансформирующийся кластер среднего уровня второго порядка, взаимодействующий с городами из одной губернии. Окружной и региональный мультиузлы взаимно дополняют друг друга. Так, региональный мультиузел аккумулирует объекты многофункциональных градостроительных образований для формирования объёма товаров и услуг по маршрутному направлению и направляет их в окружной мультиузел для централизованной доставки и сокращения пустопорожного хода транспорта. Примером взаимодействия является субцентр с востока Кинельская агломерация с посёлками Усть-Кинельский или субцентр с юга село Лопатино, в состав которого входит нефтеперерабатывающая станция «Транснефть – Дружба» с крупнейшим в Европе резервуарным парком [9].

▪ Локальный мультиузел – это трансформирующийся кластер начального уровня третьего порядка, взаимодействующий с контактными территориями конкретного района, выступающий в качестве промежуточного звена в логистической цепочке, обслуживающий регион. Например, село Большая Черниговка, которое является контактным узлом Самарской агломерации для контакта с азиатским

регионом и связывающим через самарский мегаполис Северный морской путь с Великим Северным железнодорожным путём, подключённым к Транссибирской железнодорожной магистрали [10].

Отдельно выделяется комплекс взаимосвязанных обслуживающих структур, представленный транспортной инфраструктурой классификацией мультиузла. В авторской методике используется цифровое обозначение, а именно сколько видов транспорта (железнодорожный, автомобильный, авиационный, водный, трубопроводный) включено в мультиузел.

Мультиузлы первого порядка включают поселения: пгт. Прибрежный, Мультиузел-О5_к (с. Курумоч), Мультиузел-О5_ду (с. Красный Яр), Мультиузел-О5_к (г. Кинель), Мультиузел-О3_ду (с. Дубовый Умёт).

Мультиузел-О4_р (пгт. Прибрежный) – пригородный город-спутник Прибрежный, расположен в 62 км к северо-западу от города-ядра Самара и в 37 км к северо-востоку от города-ядра Ставрополь-на-Волге (ныне Тольятти).

Анализ структуроформирования и градостроительной трансформации пригородной зоны сельского поселения. Классифицируется мультиузел рангом первого порядка, как окружной, 4-м классом по транспортным обслуживающим инфраструктурам: 1) пассажирская железнодорожная станция «Задельная», 2) лодочная пристань протоки «Старый Мокрец», 3) посёлочная автобусная остановка и 4) станция на сырьевом магистральном трубопроводе «Газопровод Челябинск – Петровск». Планировочная структура мультиузла – рассредоточенная. Мультиузел включает в свою структуру агломерацию поселений и их места приложения труда, такие как: п. Винтай – Машиностроительный завод авиационного и аэродромного оборудования, электрическая подстанция, заповедник «Задельненская лесная дача»; с. Зелёновка – производственное предприятие «Тольяттиазот», производственное предприятие Блиц Агро, песчаный карьер «Мирный», завод железобетонных конструкций «Реликон»; мкр. Новоматюшкино – электрическая подстанция; мкр. Поволжский – пожарная часть № 157, агропромышленный комплекс «СВ-Поволжское»; мкр. Фёдоровка – Фёдоровский лесной питомник, лесной массив «Задельненский бор».

Влияние транспорта на формирование градостроительной структуры поселения. В 1959 г. Придорожный был основан как рабочий посёлок заводов авиационно-космической промышленности. Через три года была открыта железнодорожная станция Задельная, ускорившая индустриализацию пригорода ядер Самарской агломерации – Самары и Тольятти.

Было построено две школы, лицей, дом культуры, здание администрации. В 1965 г. были организованы дачные массивы для работников: «Золотые пески», «Железнодорожник», «Сосна», «Орлёнок». В 1970-х гг. построены базы отдыха «Тополя», «Тополёк», «Купринка», «Калинка», «Стрежень», «Радуга», санаторий-профилакторий «Космос», детский оздоровительный лагерь «Орлёнок». На 1989 г. перепись населения поселения составляла 11 913 жителей.

Мультиузел Прибрежный развивается вдоль железнодорожной магистрали, через просёлочную автодорогу имеет выход на автомобильную магистраль Е-30. Обслуживается международным аэропортом Курумоч по автотрассе М-5 на расстоянии в 30 км.

Особые экономические зоны технико-внедренческого типа в агломерации мегаполиса включают такие площадки, как: Машиностроительный завод авиационного и аэродромного оборудования, производственное предприятие «Тольяттиазот», агропромышленный комплекс «СВ-Поволжское», завод железобетонных конструкций «Реликон», лесной массив, заповедник.

Трансформация пригородной зоны мегаполиса и усложнение функций мультиузла. В 2019 г. начато строительство обводной дороги г. Тольятти с мостовым переходом через р. Волгу в районе с. Климовка в составе международного транспортного маршрута Европа – Западный Китай [11]. В 2020 г. начато возведение физкультурно-оздоровительного комплекса в пгт. Прибрежный в границах улиц Парусной и Никонова [12]. В с. Зелёновка с 2022 г. начато строительство Физкультурно-оздоровительный комплекса и разрабатывается проект крупнейшего в России мусороперерабатывающего комплекса [13].

Мультиузлы второго порядка включают поселения: с. Елховка, Мультиузел-Р4_ду (пгт. Суходол), Мультиузел-Р4_к (с. Кротовка), Мультиузел-Р3_к (г. Нефтегорск), Мультиузел-Р3_к (с. Большая Глушица).

Мультиузел-Р2_ду (с. Елховка) – контактный узел второго порядка, расположен в 95 км к северу от города-ядра Самара и в 26 км от с. Старый Буян пригородного мультиузлового поселения-спутника первого порядка Красный Яр.

Анализ структуроформирования и градостроительной трансформации пригородной зоны сельского поселения. Классифицируется мультиузел рангом второго порядка, как региональный, 2-м классом по транспортным обслуживающим инфраструктурам: 1) посёлочная автобусная остановка «Елховка», 2) поселение обслуживается международным аэропортом Курумоч, преодолевая расстояние в 147 км по трассе А-300. Планировочная структура муль-

тиузла – линейно-узловая. Мультиузел включает в свою структуру агломерацию поселений, таких как: с. Борма, с. Тёплый Стан, с. Пролейка, с. Берёзовка, с. Красные Дома, с. Муллолка.

Влияние транспорта на формирование градостроительной структуры поселения. Мультиузел Елховка развивается вдоль магистральной автодороги Р-241, соединяясь с мультиузловыми поселениями по автодорогам 36Н-373, 36К-855.

Особые экономические зоны технико-внедренческого типа в агломерации мегаполиса включают такие площадки, как: Рыбхоз Чесновский, лесные массивы.

Трансформация пригородной зоны мегаполиса и усложнение функций мультиузла. С 2021 г. благодаря реализации в Самарской области федерального проекта «Оздоровление Волги» строятся очистные канализационные сооружения 0,0586 тыс. км³ в год.

Мультиузлы начального уровня третьего порядка включают поселения: с. Кошки, Мультиузел-Л4_к (г. Бугуруслан), Мультиузел-Л4_лу (г. Бузулук), Мультиузел-Л5_п (с. Большая Черниговка), Мультиузел-Л5_лу (г. Николаевск (ныне Пугачёв)).

Мультиузел-Л3_лу (с. Кошки) – локальный узел третьего порядка, расположен в 138 км к северу от города-ядра Самара и в 68 км от села второго порядка Борма пригородного мультиузлового поселения Елховка.

Анализ структуроформирования и градостроительной трансформации пригородной зоны сельского поселения. Классифицируется мультиузел рангом третьего порядка, как локальный, 3-м классом по транспортным обслуживающим инфраструктурам: 1) железнодорожная станция «Погрузная»; 2) городская автостанция «Центр» и 3) поселение обслуживается международным аэропортом Курумоч, преодолевая расстояние в 106 км по автодороге Р-241. Планировочная структура мультиузла – линейно-узловая. Мультиузел включает в свою структуру агломерацию поселений, таких как: г. Нурлат, с. Старое Максимкино, с. Русская Васильевка, п. Станция Якушка, с. Старая Ивановка, с. Орловка, с. Берёзки.

Влияние транспорта на формирование градостроительной структуры поселения. Мультиузел Кошки развивается вдоль магистральной автодороги 36К-855, соединяясь с агломерационными поселениями по автодороге 36К-339 транссибирской железнодорожной магистрали.

Особые экономические зоны технико-внедренческого типа в агломерации мегаполиса включают площадки: Погрузинский элеватор, маслосырозавод «Кошкинский», Нурлатский элеватор, Завод железобетонных изделий, Нурлатский сахар, аэродром Нурлат, Ферма.

Трансформация пригородной зоны мегаполиса и усложнение функций мультиузла. С 2022 г. модернизация и реконструкция элеватора на ж.-д. ст. «Погрузная»; строительство животноводческой фермы на 200 голов крупного рогатого скота в с. Орловка; строительство дороги в с. Кошки [14].

Основные положения. Изучение особенностей трансформации пригородных зон мегаполиса, где в настоящее время осуществляются наибольшие изменения в системе расселения, – актуальнейшая тема исследования. Представляется аспект об основных этапах градостроительной трансформации пригородной зоны мегаполиса и стадиях разработки и появления генеральных планов городов, в особенности крупнейших. Таким образом, принцип определяющего территориально-пространственного моделирования по существу должен лечь в основу перспективного технологического программирования и планирования регулируемых процессов трансформации пригородной зоны поволжского мегаполиса [15].

Результаты исследования. В настоящей работе сделана попытка осмысления современных принципов градостроительного формирования пригородной зоны самарского мегаполиса. Выявленные качества позволяют утверждать об уникальности непризнанной в градостроительном проектировании всех уровней морфологической структуры – мультиузла. Важнейшей задачей исследования становится трансляция результатов историко-теоретических трудов в отечественную практику градостроительства с прицелом использования авторской методики в мировом масштабе для связки в глобальную мультиузловую систему.

Выводы. Поволжье занимает выгодное геополитическое расположение на стыке межконтинентальных коридоров Север-Юг и Восток-Запад. Народное хозяйство Самарского региона, представленное всеми отраслями промышленности, производства и транспортной коммуникации, представляет неограниченные возможности для реализации самых грандиозных планов архитекторов и градостроителей.

Автор предлагает определить тезисы перспективного развития Поволжского региона:

- необходимость совершенствования методов определения потребности в обеспечивающей инфраструктуре при градостроительном развитии территории, включающем внедрение современных и перспективных скоростных видов транспорта;
- необходимость формирования объёмно-пространственных регламентов нового типа для территорий нового освоения и реконструкции поселений в трансформирующейся при-

городной зоне мегаполиса, места определения новых территориальных образований – мультиузлов;

- мультиузел в полицентрическом пространстве мегаполиса – это новое гибридное пространство в пригородной зоне мегаполиса, а также поселение в городской агломерации с интегрированным многофункциональным промышленным производством-центром (суб-центром), объединяющее в своей структуре общественные, транспортно-пересадочные, информационно-образовательные, научные и другие функции с изохроной транспортной доступности в 0,5-1,5 ч;

- необходимость выстраивания структуры мультиузлов согласно различным уровням классификации;

- привлечение населения в пригородную зону, спроектированную по принципам стабильного полицентрического мегаполиса, основанном на учёте влияния человека на окружающую среду с изучением полезного международного опыта;

- привлечение и использование капитала и специалистов, занимающихся изучением и внедрением инновационных технологий и новых видов энергии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вайтенс А.Г., Шубенков М.В. Урбоэкологическая концепция пространственного развития России: возможности реализации // Вестник гражданских инженеров. 2020. № 3(80). С. 14–20. DOI: 10.23968/1999-5571-2020-17-3-14-20.
2. Мельникова В.М. Самарский регион в свете стратегии пространственного развития Российской Федерации: история, теория, практика, проблемы // Теоретические основы градостроительства: X Владимирские чтения. Самара: СамГТУ, 2020. С. 105–117. DOI: 10.17673/RAACS.2020.1.11.
3. Перспективные технологии [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Emerging_technologies (дата обращения: 20.04.2020).
4. Transit-Oriented Development [Электронный ресурс]. URL: <https://thedesigngesture.com/transit-oriented-development/> (дата обращения: 20.04.2020).
5. Гудь И.Д. Роль пригородных зон в градостроительной трансформации мегаполиса // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Архитектура и градостроительство: сб. статей. Самара: СамГТУ, 2023. С. 871–881.
6. Ахмедова Е.А. Индустриальные парки и технопарки в среднем Поволжье. Архитектурно-градостроительные аспекты // Теоретические основы градостроительства: X Владимирские чтения. Самара: СамГТУ, 2020. С. 126–138. DOI: 10.17673/RAACS.2020.1.13.

7. Национальные проекты России [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/43027> (дата обращения: 25.04.2023).

8. Gud I. D. Multihub - Point of increase in Samara agglomeration- conurbation spatial development // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering: International Conference on Civil, Architectural and Environmental Sciences and Technologies. Samara, 2020. V. 775. P. 012018. DOI: 10.1088/1757-899X/775/1/012018.

9. Истоки «Дружбы» [Электронный ресурс]. URL: <https://druzhba.transneft.ru/press/news/?id=11081> (дата обращения: 25.04.2023).

10. Классификация логистических центров [Электронный ресурс]. URL: <https://raydget.ru/4079-logisticheskij-tsentr/> (дата обращения: 15.05.2023).

11. Обход Тольятти — часть транспортного коридора «Европа — Западный Китай» [Электронный ресурс]. URL: <https://eabr.org/projects/in-process/togliatti-bypass-part-of-the-europe-western-china-transport-corridor/> (дата обращения: 15.05.2023).

12. ФОК в Прибрежном сдадут в мае 2022 года [Электронный ресурс]. URL: <https://drugoigorod.ru/fok-v-pribrezhnom-sdadut-v-maye-2022/> (дата обращения: 15.05.2023).

13. Строительство ФОК [Электронный ресурс]. URL: <https://www.samara.kp.ru/online/news/5168216/> (дата обращения: 25.04.2023).

14. Янковская Ю.С., Меренков А.В. Арктика. Проблемы и перспективы градостроительного развития и формирования комфортной среды // Архитектон: известия вузов. 2023. № 3(83). DOI: 10.47055/19904126_2023_3(83)_18.

15. Лазарева И.В., Лебединская Г.А., Мельникова Г.Л. Доктрина – организующая идея (Предложения по содержанию Градостроительной доктрины Российской Федерации) // Цивилизация знаний: российские реалии: Труды Пятнадцатой Междунар. науч. конф.: в 2 ч. Ч. 1. М.: Российский новый университет, 2014. С. 230–235.

REFERENCES

1. Vaytens A.G., Shubenkov M.V. Urban ecology concept of spatial development in Russia: implementation perspectives. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov* [Bulletin of Civil Engineers], 2020, pp. 14–20. (in Russian) DOI: 10.23968/1999-5571-2020-17-3-14-20
2. Melnikova, V. M. Samara region in the light of the strategy of spatial development of the Russian Federation: history, theory, practice, problems. *Teoreticheskie osnovy gradostroitel'stva: X Vladimirovskie chtenija* [Theoretical foundations of urban planning: X Vladimirovsky readings]. Samara, SamSTU, 2020, pp. 105–117. (In Russian). DOI: 10.17673/RAACS.2020.1.11
3. Promising technologies. Available at: https://ru.wikipedia.org/wiki/Emerging_technologies (accessed 20 April 2020).
4. Transit-Oriented Development. Available at: <https://thedesigngesture.com/transit-oriented-development/> (accessed 20 April 2020).

5. Gud I.D. The role of suburban areas in the urban transformation of the megapolis. *Tradicii i innovacii v stroitel'stve i arhitekture. Arhitektura i gradostroitel'stvo: sb. Statej* [Traditions and innovations in construction and architecture. Architecture and Urban Planning: Sat. articles]. Samara, SamSTU, 2023, pp. 871–881. (In Russian).
6. Akhmedova E.A. Industrial parks and technological parks at middle Volga region. Architecture & city planning aspects. *Teoreticheskie osnovy gradostroitel'stva: X Vladimirovskie chtenija* [Theoretical foundations of urban planning: X Vladimirovsky readings]. Samara, SamSTU, 2020, pp. 126–138. (In Russian). DOI 10.17673/RAACS.2020.1.13
7. *National projects of Russia*. Available at: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/43027> (accessed 25 April 2023).
8. Gud I. D. Multihub - Point of increase in Samara agglomeration - conurbation spatial development. IOP Conference Series. Materials Science and Engineering. International Conference on Civil, Architectural and Environmental Sciences and Technologies. CAEST 2019. Samara. V. 775. Samara. Institute of Physics Publishing. 2020. P. 012018. DOI 10.1088/1757-899X/775/1/012018
9. *The origins of "Friendship"*. Available at: <https://druzhba.transneft.ru/press/news/?id=11081> (accessed 25 April 2023).
10. *Classification of logistics centers*. Available at: <https://raydget.ru/4079-logisticheskij-tsentr/> (accessed 15 May 2023).
11. *Tolyatti Bypass is part of the Europe – Western China transport corridor*. Available at: <https://eabr.org/projects/in-process/togliatti-bypass-part-of-the-europe-western-china-transport-corridor/> (accessed 15 May 2023).
12. *The SRC in Pribrezhnyj will be finished in May 2022*. Available at: <https://drugoigorod.ru/fok-v-pribrezhnom-sdadut-v-maye-2022/> (accessed 15 May 2023).
13. *Construction of the SRC*. Available at: <https://www.samara.kp.ru/online/news/5168216/> (accessed 25 April 2023).
14. Yankovskaya, Y. S., Merenkov A.V. Problems and prospects of urban development and the formation of a comfortable environment. *Arhitekton: izvestiya vuzov* [Architecton: University News], 2023, no. 3(83). (in Russian) DOI 10.47055/19904126_2023_3(83)_18
15. Lazareva I. V., Lebedinskaya G. A., Melnikova G. L. Doctrine - organizing idea (Proposals on the content of the Urban Planning Doctrine of the Russian Federation). *Civilizacija znaniy: rossijskie realii: Trudy Pjtnadcatoj Mezhdunar. nauch. konf.: v 2 ch. Ch. 1* [Civilization of knowledge: Russian realities: Proceedings of the Fifteenth International. scientific. conf.: in 2 h. Part 1]. Moscow, Russian New University, 2014, pp. 230–235. (In Russian).

Об авторе:

ГУДЬ Илья Дмитриевич

соискатель кафедры градостроительства,
ассистент кафедры инновационного проектирования
Самарский государственный технический университет
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: idgud@ya.ru

АХМЕДОВА Елена Александровна

доктор архитектуры, академик РААСН, профессор
кафедры градостроительства,
заведующая кафедрой градостроительства
Самарский государственный технический университет
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: dir_inst_arch@bk.ru

GUD' Ilya D.

Applicant of the Urban Planning Chair, Assistant of the
Innovative Design Chair
Samara State Technical University
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244
Email: idgud@ya.ru

AKHMEDOVA Elena A.

Doctor of Architecture,
Academician of the RAABS,
Head of the Urban Planning Chair
Samara State Technical University
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244
Email: dir_inst_arch@bk.ru

Для цитирования: Гудь И.Д., Ахмедова Е.А. Основные принципы градостроительной трансформации пригородной зоны мегаполиса Большая Самара. Часть I // Градостроительство и архитектура. 2024. Т. 14, № 1. С. 170–177. DOI: 10.17673/Vestnik.2024.01.20.

For citation: Gud' I.D., Akhmedova E.A. Basic Principles of Urban Transformation of the Suburban Zone of a Megapolis Greater Samara. Part I. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2024, vol. 14, no. 1, pp. 170–177. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2024.01.20.

М. В. ПЕРЬКОВА
Е. И. ЛАДИК

РЕНОВАЦИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ ИСТОРИЧЕСКОГО ЦЕНТРА Г. НОВАЯ ЛАДОГА

RENOVATION OF THE URBAN ENVIRONMENT OF THE HISTORICAL CENTER
OF THE CITY OF NOVAYA LADOGA

Архитектурно-градостроительное наследие больших и малых российских городов в настоящее время не в полной мере оценено и использовано в целях повышения качества жизни населения. Средние и малые города Ленинградской области обладают богатым природным и историко-культурным потенциалом и нуждаются в дальнейшем пространственном развитии. Данная работа посвящена мастер-планированию фрагмента исторического поселения Новая Ладога в рамках ежегодного конкурса «Концепция пространственного развития муниципальных образований Ленинградской области», который проводился Комитетом градостроительной политики Ленинградской области. Одной из основополагающих задач градостроительного развития территории в данном случае является преемственность, сохранение историко-культурной многослойности и память места. Новизна концептуального проектного предложения заключается в создании не только связной и целостной системы общественных пространств общегородского и регионального уровней через систему точек притяжения с целью развития туризма, но и в формировании идентичного культурно-образовательного кластера для повышения уровня человеческого потенциала населенного пункта. В результате реновации городской среды предпринята попытка осуществить связь времен через формирование культурно-образовательного центра и развивающуюся современную инфраструктуру.

Ключевые слова: пространственное развитие, исторический город, объект культурного наследия, туризм, культурно-образовательный центр

Введение

Архитектурно-градостроительное наследие больших и малых российских городов в настоящее время не в полной мере оценено и использовано в целях повышения качества жизни населения. Одними из приоритетных задач являются «культивирование своеобразия исторического поселения» и «создание условий устойчивого непротиворечивого развития

The architectural and urban heritage of large and small Russian cities is currently not fully appreciated and used to improve the quality of life of the population. Medium and small cities of the Leningrad region have a rich natural and historical and cultural potential and need further spatial development. This work is devoted to the master planning of a fragment of the historical settlement of Novaya Ladoga in the framework of the annual competition "The Concept of Spatial Development of Municipalities of the Leningrad Region", which was held by the Committee for Urban Planning Policy of the Leningrad Region. One of the fundamental tasks of the urban development of the territory in this case is continuity, the preservation of historical and cultural diversity and the memory of the place. The novelty of the conceptual project proposal lies in the creation of not only a coherent and integral system of public spaces at the citywide and regional levels through a system of points of attraction in order to develop tourism, but also in the formation of an identical cultural and educational cluster to increase the level of human potential of the settlement. Thus, as a result of the renovation of the urban environment, an attempt was made to link the times through the formation of a cultural and educational center and a developing modern infrastructure.

Keywords: spatial development, historical city, object of cultural heritage, tourism, cultural and educational center

исторической среды в условиях функционирующего центра города» [1]. Градостроительная политика исторических поселений должна быть направлена на комплексное развитие территорий, «застроенных в различные исторические периоды градостроительного формирования», с учетом современных требований к архитектурно-градостроительной организации и требований градостроительного регулирования [2].

Средние и малые города Ленинградской области обладают богатым природным и историко-культурным потенциалом: уникальные ландшафты, многочисленные памятники архитектуры и усадебные комплексы, дворцово-парковые ансамбли и фортификационные сооружения, храмы и монастыри. Ряд градостроителей, архитекторов и реставраторов рассматривали город Новая Ладога как один из центров туризма Ленинградской области. Как отмечается в исследовании С.И. Лутченко, закономерности и региональные особенности территориально-пространственной организации и архитектурно-планировочного формирования поселений Ленинградской области обуславливают потребность в развитии ее туристско-рекреационной инфраструктуры [3]. Богатое историческое и культурное наследие, природный потенциал, стратегия социально-экономического развития Ленинградской области не могут не отражаться на развитии региона, который граничит с прибалтийскими и скандинавскими странами и имеет достаточно высокий уровень развития туристско-рекреационной инфраструктуры и уровень жизни в целом [4]. В предложенной С.И. Лутченко классификации объектов отдыха и туризма в составе туристско-рекреационных зон исторический город Новая Ладога является крупным опорным центром туризма вместе с историческими городами Ленинградской области: Выборг, Приозерск, Гатчина, Тихвин, Лодейное Поле, Луга, Ропша, Шлиссельбург, Кингисепп и Ивангород [3]. С.В. Семенцов, И.Б. Цыденова разрабатывали ранее проектное предложение по реставрации и приспособлению административного центра Новой Ладоги. Как отмечают авторы в своем исследовании, Новая Ладога – уникальный город, в котором сосредоточено богатое историко-культурное наследие, единственный в настоящее время город Ленинградской области, где сохранилась практически вся историческая застройка [5]. Студенты кафедры архитектурного и градостроительного наследия СПбГАСУ под руководством С.В. Семенцова разработали концепцию сохранения исторических памятников Новой Ладоги. В рамках подготовки дипломных работ концепция включала градостроительное усовершенствование главного проспекта города, обустройство набережной Волхова, преобразование административного, культурного и торгового центров, возрождение автобусного и речного вокзалов и формирование паломнического центра с воссозданием двух храмов [6].

Процесс возрождения исторической городской среды в малых исторических городах является очень актуальным. Одному из спосо-

бов возрождения, а именно воссозданию утраченных ценных элементов городской среды посвящено исследование А.С. Митяева, Н.А. Акуловой, в котором уделено внимание воссозданию ценного с исторической, архитектурной, научной, художественной, градостроительной и эстетической стороны комплекса зданий бывшей городской управы, женской гимназии и училища; здания кладовой и ледника, расположенных в историческом центре Новой Ладоги с предложениями по их воссозданию и приспособлению под новую функцию [7].

В работе [8] авторы Е.И. Ельникова, Н.А. Акулова рассматривают возможные варианты восстановления и сохранения духовного центра города – Николо-Медведского монастыря и его архитектурных составляющих – Собора Иоанна Богослова и Собора Николая Чудотворца. Безусловно, это лишь малая часть исследованных территории исторического города Новая Ладога в целом и проектных предложений по восстановлению, воссозданию, реконструкции и приспособлению объектов культурного наследия в частности.

Основная часть

Данная работа посвящена реновации городской среды исторического поселения Новая Ладога в рамках ежегодного конкурса «Концепция пространственного развития муниципальных образований Ленинградской области», который проводился Комитетом градостроительной политики Ленинградской области в рамках государственной программы «Формирование городской среды и обеспечение качественным жильем граждан на территории Ленинградской области», подпрограмма «Формирование комфортной городской среды» в 2023 г. [9]. Одной из основополагающих задач градостроительного развития территории в данном случае является преемственность, сохранение историко-культурной многослойности и идентичности в диалоге времен [10], памяти места при реновации пространства. Новизна концептуального проектного предложения заключается в создании не только связанной и целостной системы общественных пространств общегородского и регионального уровней через систему точек притяжения с целью развития туризма, но и в формировании идентичного культурно-образовательного кластера для повышения уровня человеческого потенциала населенного пункта. Как известно, одним из весомых условий формирования благоприятной среды для развития творческого потенциала является развитие институциональной инфраструктуры (работа с грантами

и спецпроектами, популяризация культурных традиций, поддержка различных сообществ), что помогает удерживать развитие региона в целом и населенных пунктов в частности на стабильном уровне [11].

Новая Ладога – город в Волховском районе Ленинградской области, который имеет богатую историю и большое количество достопримечательностей. Он расположен на левом берегу реки Волхов в 138 км от Санкт-Петербурга. Примечательным в истории города Новая Ладога является дата его основания – 1704 год по указу Петра 1, сразу после основания Санкт-Петербурга. Обратимся к истории и кратко рассмотрим пространственное развитие территории Новой Ладого.

Освоение территории в XVII в. связано с постройкой Николо-Медведского мужского монастыря (первое упоминание 1499–1500 гг.), основанного на месте урочища Медведец. В своих исследованиях Н.А. Акулова отмечает, что именно с этого периода начинается история Новой Ладого [8]. Поселение преимущественно состояло из приписных крестьян. Новая Ладога являлась религиозным центром. Монастырская земля служила местом отдыха купцов, паломников и людей, прибывших по Ладожскому озеру. В 1704 г. город Новая Ладога становится административным и судостроительным центром Южного Приладжья. Поселение в основном состояло из жителей Старой Ладого и Тихвина. Строительство Петровского канала имело большое влияние на формирование города. Рукотворная водная артерия берет свое начало в Новой Ладого и соединяет реки Волхов и Неву. Канал начали строить в 1719 г. для прохождения торговых кораблей, идущих через Ладожское озеро из Европы в новую российскую столицу Петербург [12].

В 1792 г. территория застройки сместилась от Петровского канала в направлении Большого проспекта параллельно берегу Волхова. Город делился на слободы. Его композиционной осью являлась ориентированная на крепость главная улица. В первой четверти XIX в. планировка не изменилась, но несколько усложнилась, освоение территорий продолжилось. Город развивался постепенно, налаживались торговые связи. Купеческий период истории Новой Ладого принято считать расцветом города. Архитектурный облик Новой Ладого славился купеческими домами [12].

Советское время внесло свои коррективы в застройку города, появилось рыболовецкое хозяйство. Стоит отметить важную роль Новой Ладого в Великой отечественной войне. Здесь находился штаб Ладожской военной флотилии. Город оставался единственной артерией, связывающей Ленинград с Большой Землей

до установления ледовой дороги от Кобоны до Осиновца.

В начале XXI в. происходит освоение новых территорий, появляются спальные районы. Современная Новая Ладога имеет достаточно четкое функциональное зонирование территории. Новые здания в основном находятся за чертой исторического центра. В настоящее время исторические судоходные каналы большей частью заброшены, эксплуатируются частично. Выявлением причин и путей решения проблемы современного использования Петровского канала в Новой Ладого занимались А.М. Шигапова, Н.А. Акулова [13].

Таким образом, Новая Ладога – это город с многослойным историко-культурным наследием и «диалогом времен» [10], который нуждается в сохранении идентичности и дальнейшем пространственном развитии.

В данном исследовании проведен комплексный градостроительный анализ территории. Рассматривая местоположение Новой Ладого в региональной системе расселения и транспортную доступность, выявлено, что доехать до Новой Ладого из Санкт-Петербурга можно на электричке, которая идет до Волхова, далее на пригородном автобусе. Прямых железнодорожных рейсов до города нет. Пассажирское судоходство отсутствует. Основными магистральными улицами общегородского значения являются проспект Карла Маркса, улица Суворова, улица Пролетарский Канал. Они осуществляют транспортную связь между жилыми и промышленными районами и общественным историческим центром. Анализ транспортной инфраструктуры показал недостаточное количество парковочных мест для автомобилей и велосипедов, отсутствие велодорожек и пешеходной инфраструктуры.

В результате предпроектного анализа разработана схема зон с особыми условиями пользования и указаны ограничения использования земельных участков и ограничения для береговой полосы. Рассмотрены правила землепользования и застройки г. Новая Ладога, ограничения использования земельных участков и объектов капитального строительства в пределах территории исторического поселения. На основе анализа этажности и морфотипов застройки выявлено, что на территории исторического центра преобладает деревянная и кирпичная одноэтажная и двухэтажная застройка, по большей части конца XIX в. Встречаются постройки советского периода.

Ландшафтно-визуальный анализ показал, что в городе существует три композиционные оси. В настоящее время маршруты проходят только через улицу Карла Маркса и канал (рис. 1).



Рис. 1. Ландшафтно-визуальный анализ. Разраб. Рыжова Е.И., Перькова М.В.
 Fig. 1. Landscape-visual analysis. Razrab. Ryzhova E.I., Perkova M.V.

Староладожский канал не используется по назначению. Береговые линии канала и большей части набережной вдоль реки Волхов нуждаются в благоустройстве. Вдоль береговой линии выявлены землепользовательские и имущественные градостроительные конфликты. Рядом с индивидуальной жилой застройкой много самозахваченных территорий и гаражей для лодок. На историко-культурном опорном плане представлена периодичность застройки, утраченные и имеющиеся объекты культурного наследия (ОКН) различного значения, парки, сады и водные объекты. В границах исследования проанализированы ОКН, находящиеся в неудовлетворительном состоянии, с целью их реконструкции и приспособления под современное использование (рис. 2). Наиболее значимым объектом культурного наследия является Гостинный двор в центре города на площади Кирова (бывшая Торговая площадь в XVIII в.), через который проходят все туристические маршруты. В настоящее время он не эксплуатируется. Гостинный двор построен в 1835–1841 гг. по проекту архитектора Малинина и внешне схож с Гостиным двором в Санкт-Петербурге. Также к ОКН в неудовлетворительном состоянии относятся на сегодняшний день по улице Карла Маркса: Кладовая купца В.И. Каялина, д. 35; Жилой дом (Костровых), д. 33; Жилой дом (бывший дом Г.С. Сироткиной), д. 31; Здание городской управы, д. 34; Штаб Ладожской военной флотилии, д. 30; здание городской богадельни им. Марфина, д. 24; комплекс жилых домов купцов Бартеневых, д. 20, 22. По улице Пролетарский канал к ОКН в неудовлетворительном состоянии относятся: церковь Александра Невского, д. 20; старые Присутственные

места, д. 18; здание Министерства путей сообщения, д. 6; винные и провиантские склады, д. 1. Также к таким объектам следует отнести здания Благотворительного фонда по ул. Ворошилова, д. 5/44; бывший жилой дом купцов Спириных по ул. Максима Горького, д. 1; бывший жилой дом и гостиница П.И. Бельшева на площади Кирова, д. 1 (рис. 3).



Рис. 2. Историко-культурный опорный план.
 Разраб. Кривобороденко В.А. на основе материалов Семенцова С.В.
 Fig. 2. Historical and cultural reference plan.
 Razrab. V.A. Krivoborodenko based on the materials of S.V. Sementsov



Рис. 3. Выявление объектов культурного наследия в неудовлетворительном состоянии.

Разраб. Перькова М.В., Кривоборошенко В.А.

Fig. 3. Identification of cultural heritage sites in unsatisfactory condition.

Razrab. M.V. Perkova, V.A. Krivoborodenko

Анализ туристического потенциала выявил, что всесезонность мероприятий на рассматриваемой территории не в полной мере учтена. Самым крупным по количеству туристического потока считается фестиваль «Корюшка идёт» (рис. 4). При разработке предложений по дальнейшему пространственному развитию предлагается основываться на принципе всесезонной социальной адаптации туристско-рекреационных территорий [14]. Основная концентрация объектов инфраструктуры расположена вдоль улицы Суворова и проспекта Карла Маркса. Объектов туристско-рекреационной инфраструктуры недостаточно (рис. 5).

Проведен SWOT анализ, в результате которого выявлены слабые и сильные стороны проектируемой территории. К сильным сторонам можно отнести богатое историко-культурное наследие территории и фрагментарное современное благоустройство в рамках реализации программ комфортной городской среды исторических городов. Возможности территории: организация протяженной многофункциональной набережной, благоустройство неиспользуемых зеленых зон, восстановление водного сообщения. К слабым сторонам можно отнести следующее: неудовлетворительное состояние объектов культурного наследия, малое количество парковочных мест, отсутствие системы навигации и идентичного благоустройства, туристическая инфраструктура не рассчитана на ежегодный поток туристов, плохо развита велосипедная инфраструктура.

Основной угрозой является утрата объектов культурного наследия, недостаточное ко-

личество точек малого и среднего бизнеса, потеря идентичности современного благоустройства территории. Старые и новые элементы благоустройства диссонируют и не имеют общей стилистической характеристики и идеи в целом.

В связи с этим основными задачами мастер-планирования являются:

- 1) сохранение историко-культурной среды исторического города в целом, создание точек притяжения через реконструкцию и приспособление ОКН под современное использование;
- 2) сохранение, восстановление, реконструкция с приспособлением под современное использование объектов культурного наследия;
- 3) формирование культурно-образовательного кластера на основе имеющегося ресурсного потенциала;
- 4) улучшение и развитие объектов туристической инфраструктуры;
- 5) активизация культурной и событийной жизни города как для населения, так и для туристов;
- 6) реконструкция городских каналов и организация доступа к воде;
- 7) восстановление рыболовных традиций путем формирования объектов инфраструктуры соответствующего функционального назначения;
- 8) реорганизация парковочной среды на территории года (включает парковки для личного автомобильного транспорта, туристических автобусов и велосипедистов);
- 9) создание безбарьерной среды для маломобильных групп населения.



Рис. 4. Анализ объектов инфраструктуры. Разраб. Кривобороденко В.А., Перькова М.В.
Fig. 4. Analysis of infrastructure facilities. Razrab. Krivoborodenko V.A., Perkova M.V.

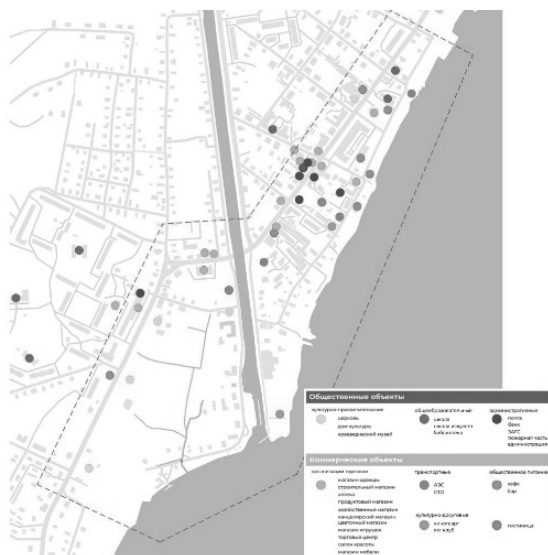


Рис. 5. Анализ объектов инфраструктуры.
Разраб. Господынько Е.Я.
Fig. 5. Analysis of infrastructure facilities.
Razrab. E.Ya. Gospynko

Результаты

Мастер-план фрагмента исторического города Новая Ладога предполагает объединение центральной улицы Карла Маркса и улицы Суворова в связную и целостную систему общественных пространств общегородского и локального уровней. Предложения по реконструкции и приспособлению ОКН под современное использование позволят создать в Новой Ладоге уникальный образовательный и культурный кластер, основанный на богатой

многослойной истории города, осуществляя связь времен.

Разработан всесезонный календарь событий городского и регионального значения, который включает мероприятия, привлекательные для населения и туристов, как общего характера (зимняя спартакиада, масленица, арт-фестиваль молодых талантов и пр.), так и выявляющие идентичность среды (фестивали «Корюшка идет!», «ЛАДОГА ФЕСТ», «Никольские дни на Ладоге», «Ключевое слово «КИНО»») (рис. 6). Развитие туристической инфраструктуры, активизация культурной и событийной жизни города в соответствии с имеющимся календарем событий, реконструкция канала и благоустройство набережной, реорганизация транспортной структуры города, восстановление рыболовных традиций будут способствовать позиционированию исторического наследия города.

В отношении транспортной инфраструктуры предлагается:

- остановку общественного транспорта для иногородних туристических автобусов перенести с территории, расположенной рядом с гостиным двором, ближе к границе города по улице Суворова;
- упорядочить автомобильные и велосипедные парковки;
- запроектировать пешеходный мост через канал в районе рядом со шлюзом;
- создать непрерывную структуру пешеходной сети, повысить ее качество и комфорт, в том числе с учетом маломобильных групп населения;
- по основным путям движения пешеходов в соответствии с предложенными туристическими маршрутами предусмотреть в точках

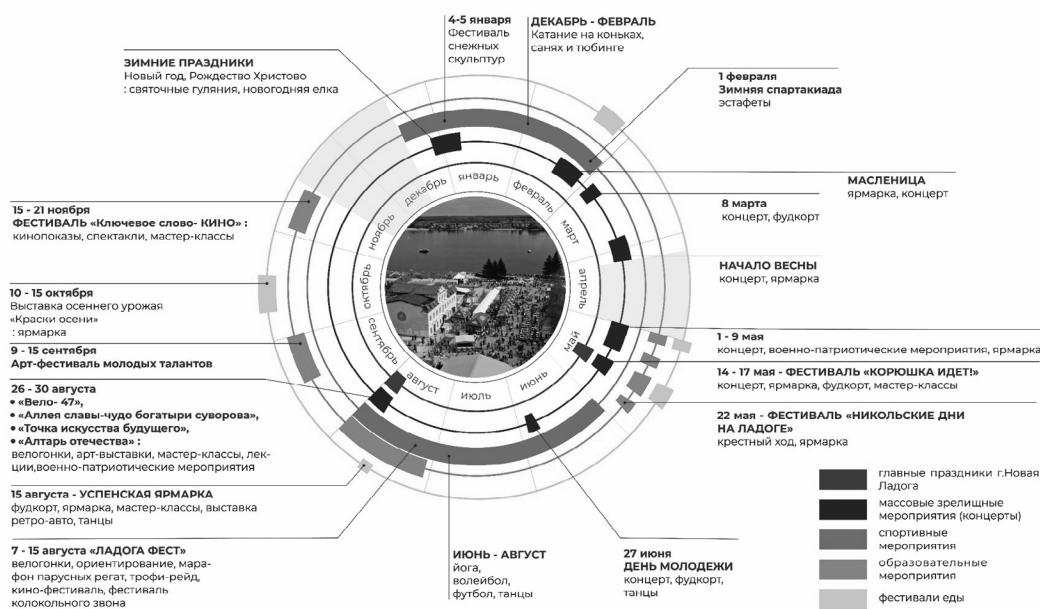


Рис. 6. Календарь событий городского и регионального значения.
Разраб. Перькова М.В., Кривобороденко В.А., Ладик Е.И.
Fig. 6. Calendar of events of urban and regional importance.
Razrab. M.V. Perkova, V.A. Krivoborodenko, E.I. Ladik

притяжения остановки с малыми архитектур-
ными формами;

■ вдоль береговой линии на набережной
предусмотреть, помимо пешеходной сети
с различными видами покрытий, основной
причал, причал для яхт-клуба и причалы для
рыбаков.

Проектируемая схема озеленения предпо-
лагает дальнейшее пространственное развитие
рекреационной территории от сквера Суворова
в сторону реки Чечеры. На сегодняшний день
в городе имеется два небольших сквера – Мо-
лодёжный (около здания детской библиотеки)
и Суворовский (около Музея Суворова). Суще-
ствующее озеленение предлагается дополнить
вторым ярусом кустарников, разнообразить
ассортимент деревьев. Территорию за Суво-
ровским сквером предлагается благоустроить,
реку Чечера расчистить и расширить, создать
парк со спортивными площадками. В здании
бывших присутственных мест по адресу Про-
летарский канал, 18 предполагается запроек-
тировать гостиницу. Существующий яхт-клуб
перенести в здание бывших провиантских скла-
дов, так как там есть возможность организовать
место для хранения лодок, яхт и различного
оборудования. Предусмотреть спуски на канал
и в реку Волхов. На прилегающей к складам
территории предлагается восстановить пла-
нировку исторического Летнего сада. Рядом
со спортивной школой предлагается восстано-

вить здание по адресу набережная Ладужской
Флотилии, 36/2 для организации в нем обще-
ственного проката и хранения лодок. Также не-
обходимо очистить Староладужский канал для
открытия туристического маршрута и осуще-
ствить благоустройство на основе дизайн-кода
территории вдоль канала. Планируемые точки
притяжения и туристические маршруты с уче-
том существующих по проспекту Карла Марк-
са, по улице Суворова и вдоль набережной,
а также объекты туристической инфраструкту-
ры гостеприимства показаны на рис. 7.

Для формирования уникального куль-
турно-образовательного кластера города ма-
стер-планом предлагается музыкальную, спор-
тивную и художественную школы разместить
в непосредственной близости от общеобразо-
вательной школы, городской библиотеки, кра-
еведческого музея и дома культуры, а также
создать музей Ладужской Флотилии. Это сфор-
мирует целостную городскую среду и будет
способствовать сохранению и восстановлению
объектов культурного наследия, которые нахо-
дятся в неудовлетворительном состоянии. На
сегодняшний день в городе функционирует два
дошкольных образовательных учреждения: Но-
воладужская средняя общеобразовательная шко-
ла имени вице-адмирала В. С. Черокова и Ново-
ладужская детская школа искусств. К объектам
культуры относятся: Центр культуры, спорта и ту-
ризма, который объединяет городскую библиоте-

ПРОЕКТИРУЕМЫЕ ТУРИСТИЧЕСКИЕ МАРШРУТЫ И ТОЧКИ ПРИТЯЖЕНИЯ



ПРОЕКТИРУЕМАЯ СХЕМА ОБЪЕКТОВ ИНФРАСТРУКТУРЫ

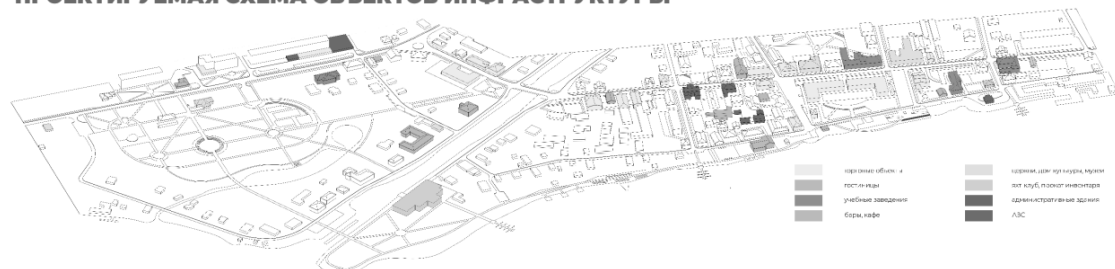


Рис. 7. Схема туристических маршрутов. Разраб. Господынько Е.Я, Рябчевская П.С.,
под рук. Перьковой М.В., Ладик Е.И.

Fig. 7. Tourist Route Scheme. Razrab. Gospynko E.Ya, Ryabchevskaya P.S.,
under the hands. M.V. Perkovoy, E.I. Ladik

ку и Дом культуры; Отдел детского творчества Дворца детского творчества Волховского муниципального района; музей А. В. Суворова, посвященный командованию Суздальским пехотным полком в 1763–1769 гг. и его квартированию в городе [15]. Предлагается благоустройство набережной с рядом точек притяжения, которое позволит обеспечить связную целостную систему общественных пространств общегородского и регионального уровней (рис. 8).

Разработаны предложения по реконструкции и приспособлению к современному использованию для четырех объектов культурного наследия.

1. Проспект Карла Маркса, 29 – Новолadoжский Гостиный двор, в настоящее время недействующий. Мастер-планом предлагается: восстановление его прежнего облика: удаление соединяющей два корпуса пристройки; организация аллеи для прогулок; площади для проведения различных мероприятий справа от Гостиного Двора на месте транзитной территории; восстановление центральной площади во дворе Гостиного двора с арт-объектом и местами для отдыха; организацию летней сцены; восстановление памятника; организацию пешеходной и визуальной композиционной связи со сквером памяти ВОВ и выходом на центральную набережную с видовой площадкой и променадом над водой. Благоустройство прилегающей территории предполагает орга-

низацию multifunctional общественного и торгового пространства для проведения различных мероприятий. На площади у торговых рядов, которая выходит на набережную, предусмотрена территория с летней крытой сценой для проведения концертов, ярмарок и масштабных фестивалей. Центральная ось завершится выходом к воде со смотровой площадкой (рис. 9).

2. В доме по адресу ул. Карла Маркса, 33 в настоящее время расположена Новолadoжская детская школа искусств. В перспективе предлагается перенести школу в здание по адресу проспект Карла Маркса, 34, а в доме 33 обустроить детскую спортивную школу. Основные предлагаемые секции – академическая гребля и спортивное ориентирование (рис. 10).

3. Детскую художественную школу предлагается разместить в доме по ул. Карла Маркса, 34 для организации multifunctional пространства, включая живопись, рисунок, лепку и гончарное ремесло, различные тематические мастер-классы с привлечением Союза художников (рис. 11).

4. В доме, расположенном по ул. Карла Маркса, 30 предлагается организовать музей Лadoжской военной флотилии, так как ранее там находился штаб Лadoжской военной флотилии. Дом расположен в непосредственной близости от Гостиного двора и будет иметь

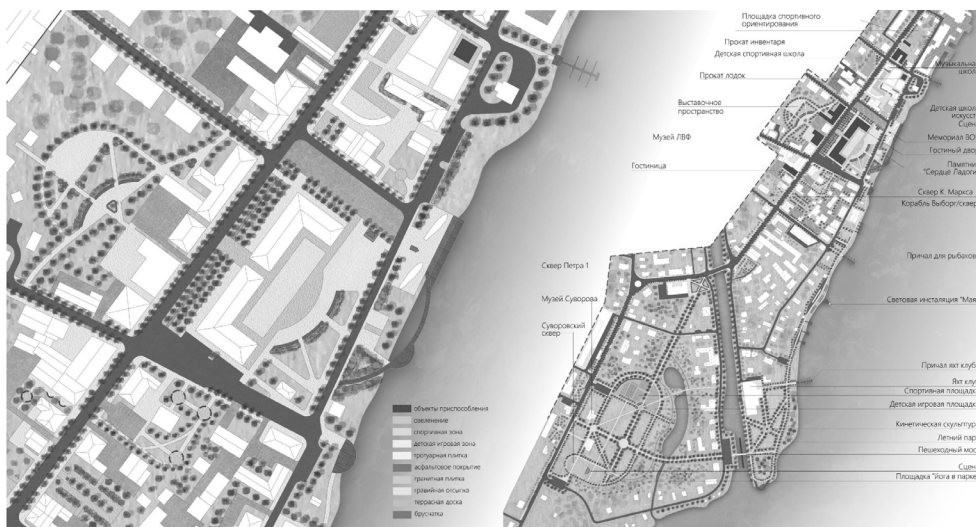


Рис. 8. Мастер-план фрагмента исторического центра г. Новая Ладога.
Разраб. Кривобороденко В.А., Рябчевская П.С., под рук. Перьковой М.В., Ладик Е.И.
Fig. 8. Master plan of a fragment of the historical center of Novaya Ladoga.
Razrab. Krivoborodenko V.A., Ryabchevskaya P.S., under the hands. M.V. Perkovoy, E.I. Ladik

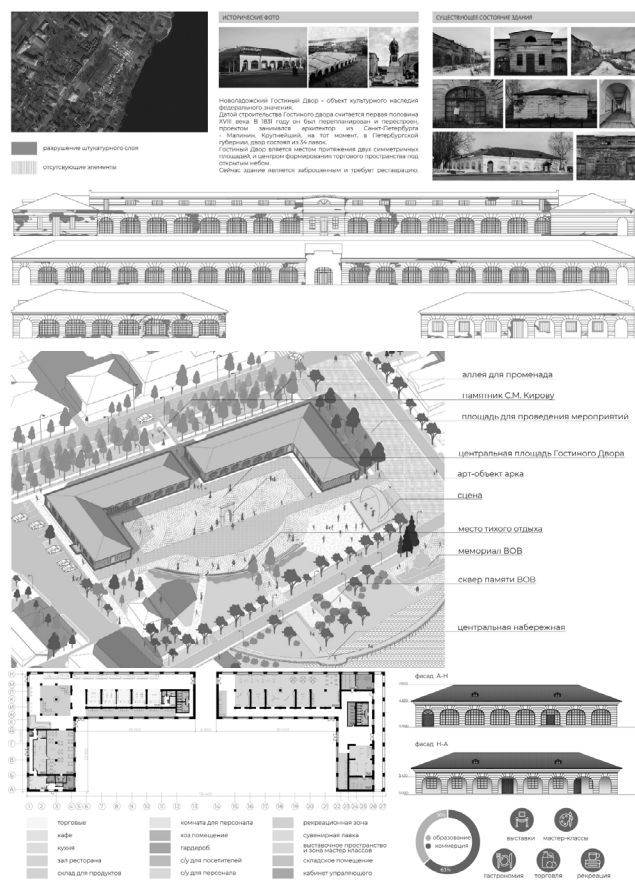


Рис. 9. Предложения по восстановлению и приспособлению ОКН Новоладожский Гостиный двор по адресу пр. Карла Маркса, 29 под современное использование.
Разраб. Винокурова А.Г., Кривобороденко В.А., под рук. Перьковой М.В., Ладик Е.И.
Fig. 9. Proposals for the restoration and adaptation of the Novoladozhsky Gostiny Dvor OKN at pr. Karl Marx, 29 for modern use. Razrab. Vinokurova A.G., Krivoborodenko V.A., under the hands. M.V. Perkovoy, E.I. Ladik

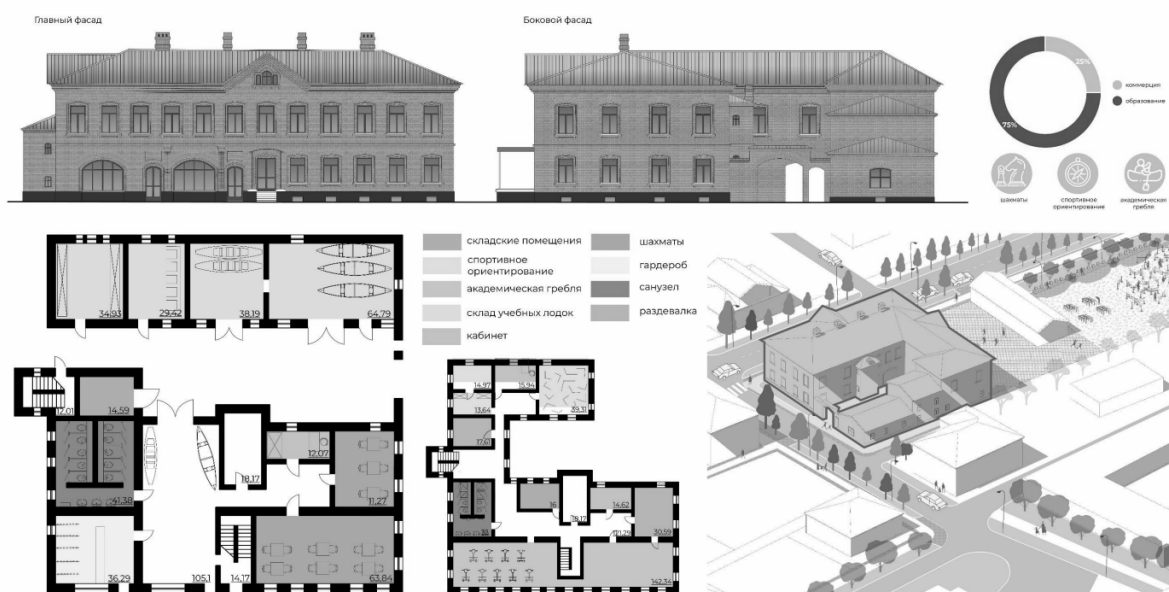


Рис. 10. Предложения по восстановлению и приспособлению ОКН по адресу ул. Карла Маркса, 33 под современное использование.

Разраб. Рыжова Е.И., Кривобороденко В.А., под рук. Перьковой М.В., Ладик Е.И.

Fig. 10. Proposals for the restoration and adaptation of the OKN at ul. Karl Marx, 33 for modern use.

Razrab. Ryzhova E.I., Krivoborodenko V.A., under the hands. M.V. Perkovoy, E.I. Ladik

ДЕТСКАЯ ШКОЛА ИСКУССТВ

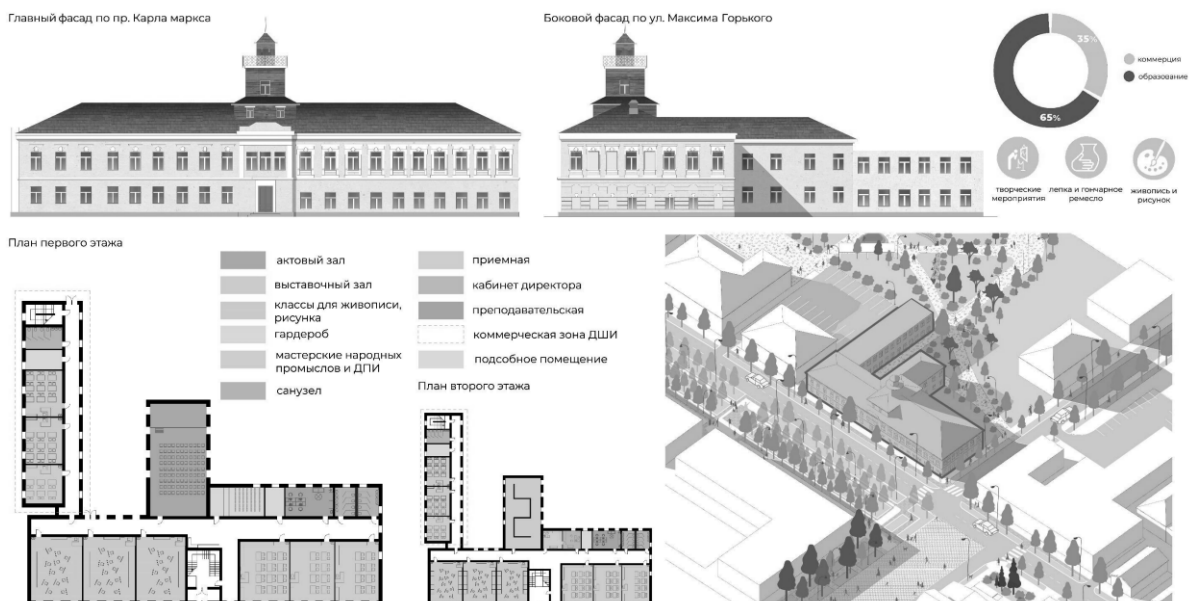


Рис. 11. Предложения по восстановлению и приспособлению ОКН по адресу ул. Карла Маркса, 34 под современное использование.

Разраб. Кривобороденко В.А., под рук. Перьковой М.В., Ладик Е.И.

Fig. 11. Proposals for the restoration and adaptation of the OKN at ul. Karl Marx, 34 for modern use.

Razrab. V.A. Krivoborodenko, under the hands. M.V. Perkovoy, E.I. Ladik

прямой выход к реке Волхов. Предполагаются экспозиции «Флот Новой Ладоги», «Моряки – герои Новой Ладоги», интерактивный маршрут «Дорога жизни», а также мероприятия по изучению кораблестроения (рис. 12).

Таким образом, в результате реновации городской среды предпринята попытка осуществить связь времен через формирование культурно-образовательного центра и развивающуюся современную инфраструктуру.

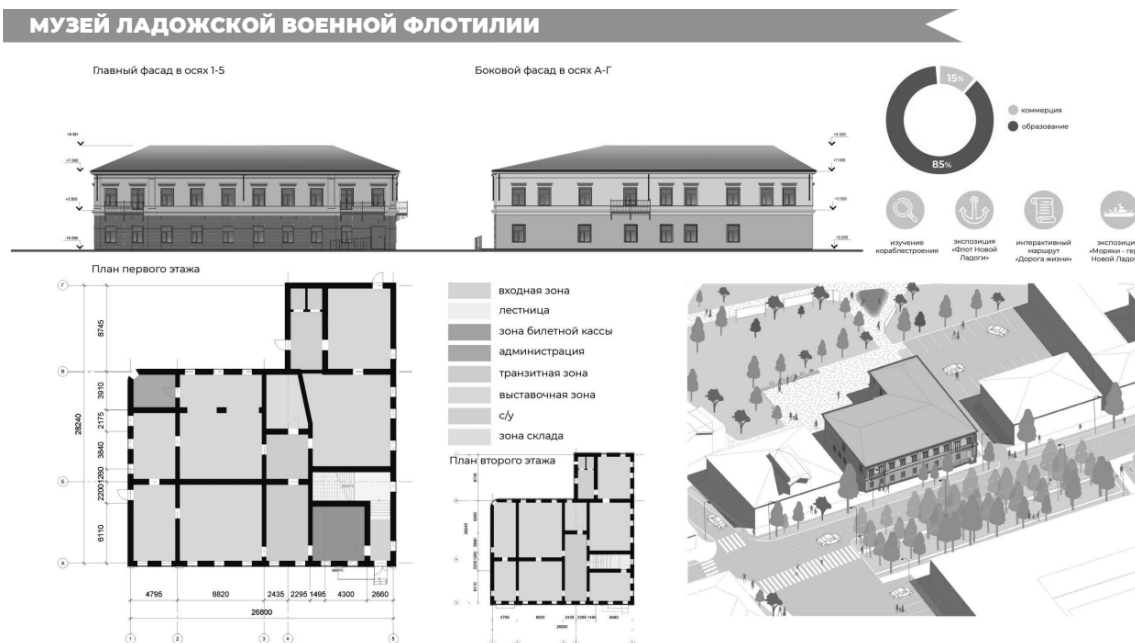


Рис. 12. Предложения по восстановлению и приспособлению ОКН штаб Ладожской военной флотилии по адресу ул. Карла Маркса, 30 под современное использование.

Разраб. Господинько Е.Я., под рук. Перьковой М.В., Ладик Е.И.

Fig. 12. Proposals for the restoration and adaptation of the OKN headquarters of the Ladoga military flotilla at ul. Karl Marx, 30 for modern use. Razrab. Mr. E. Ya., under the hands. M.V. Perkovoy, E.I. Ladik

Выводы

Предлагаемое решение позволит объединить центральные улицы Карла Маркса, Суворова, Староладожский канал и набережную в связную целостную систему общественных пространств регионального, общегородского и локального уровней. В рамках разработанного предложения предлагается формирование водного фасада Новой Ладоги, благоустройство протяженной многофункциональной набережной, освоение деградирующих озелененных территорий с обустройством на них исторического Летнего сада и спортивного парка, возобновление водного сообщения с другими населенными пунктами, восстановление и приспособление ряда объектов культурного наследия. В перспективе предлагается восстановить работу шлюзов, что значительно увеличит туристический потенциал и повысит привлекательность города для туристов и инвесторов.

Реконструкция и приспособление ряда объектов культурного наследия под современ-

ное использование позволит сформировать культурно-образовательный кластер. Музыкальную, спортивную и художественную школы предлагается разместить в непосредственной близости от общеобразовательной школы, городской библиотеки, краеведческого музея и дома культуры. Создание музея Ладожской военной флотилии формирует единое пространственное решение культурно-образовательного кластера и будет способствовать восстановлению и сохранению объектов культурного наследия, которые находятся в неудовлетворительном состоянии. Развитие туристической инфраструктуры (гостиницы, пункты питания и пр.) будут способствовать активизации культурной и событийной жизни города. Реконструкция исторического канала, благоустройство набережной, реорганизация транспортной инфраструктуры города (организация парковочных мест, организация велосипедного движения), восстановление рыболовных традиций будут способствовать также позиционированию исторического наследия города.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Метленков Н.Ф. Урбан-ментальность // Архитектура и строительство России. 2023. № 2(246). С. 6–7.
2. Ахмедова Е.А., Вавилонская Т.В. Комплексное развитие территорий региональных центров: особенности градостроительного регулирования // Архитектура и строительство России. 2021. № 3(239). С. 6–15.
3. Лутченко С.И. Планировочный и природный каркасы региона как основа для формирования туристско-рекреационных зон // Инженерный вестник Дона. 2021. № 10 (82). С. 332–345.
4. Лутченко С.И. Территориально-планировочная организация туристской инфраструктуры Ленинградской области: дис. ... канд. арх. Санкт-Петербург, 2023. 266 с.
5. Цыденова И.Б., Семенов С.В. Проектное предложение по реставрации и приспособлению административного центра Новой Ладogi // Архитектурные сезоны в СПбГАСУ: сб. материалов XI Регионального творческого форума с международным участием. Санкт-Петербург, 2021. С. 158–159.
6. Студенты СПбГАСУ разработали проект реставрации центра Новой Ладogi [Электронный ресурс]. URL: <https://rg.ru/2019/07/01/reg-szfo/studenty-spbgasu-razrabotali-proekt-restavratsii-centra-novoj-ladogi.html> (дата обращения: 10.08.2023).
7. Митяев А.С., Акулова Н.А. Возрождение исторической городской среды Новой Ладogi на примере воссоздания объекта «комплекс зданий бывшей городской управы, женской гимназии и училища (перестройка – арх. М. А. Шурупов); здание кладовой и ледника; остатки ограды» // Архитектурные сезоны в СПбГАСУ: сб. материалов XI Регионального творческого форума с международным участием. Санкт-Петербург: СПбГАСУ, 2021. С. 130–131.
8. Ельникова Е.И., Акулова Н.А. Проблемы возрождения паломнического центра Новой Ладogi // Архитектурные сезоны в СПбГАСУ: сб. материалов XI Регионального творческого форума с международным участием. Санкт-Петербург: СПбГАСУ, 2021. С. 109–111.
9. Ежегодный конкурс «Концепция пространственного развития муниципальных образований Ленинградской области» 2023 [Электронный ресурс]. URL: <https://arch.lenobl.ru/ru/deiatelnost/konkurs/3243/> (дата обращения: 10.08.2023).
10. Ахмедова Е.А., Кузнецов И.И. Принципы сохранения историко-культурной многослойности общественных пространств: диалог времен // Градостроительство и архитектура. 2022. Т. 12, № 2(47). С. 54–62. DOI: 10.17673/10.17673/Vestnik.2022.02.09.
11. Перькова М.В. Градостроительное развитие региональной системы расселения и ее элементов (на примере Белгородской области): дис. ... д. арх. Санкт-Петербург, 2019. 912 с.
12. Новая Ладoga (Ленинградская область) – 25 достопримечательностей [Электронный ресурс]. URL:

<https://tur-ray.ru/novaya-ladoga-dostoprimechatelnosti.html> (дата обращения: 10.08.2023).

13. Шигапова А.М., Акулова Н.А. Приспособление Петровского канала в Новой Ладoge // Архитектурные сезоны в СПбГАСУ: сб. материалов XII Регионального творческого форума с международным участием. Санкт-Петербург: СПбГАСУ, 2022. С. 89–90.

14. Ладик Е.И., Перькова М.В. Принципы и методы архитектурно-планировочной организации рекреационных территорий с учетом региональных особенностей Белгородской области // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2017. № 7. С. 46–52. DOI: 10.12737/article_5940f0187760c0.79965719.

15. Ступин Ю.А., Павлинов П.С., Макаров А.Д. Новая Ладoga // Общенациональный интерактивный энциклопедический портал «Знания». 2022. № 5. DOI: 10.54972/00000031_2022_5_31.

REFERENCES

1. Metlenkov N.F. Urban mentality. *Arhitektura i stroitel'stvo Rossii* [Architecture and construction of Russia], 2023, no. 2(246), pp. 6–7. (in Russian)
2. Akhmedova E.A., Babylonskaya T.V. Integrated development of the territories of regional centers: features of urban planning regulation. *Arhitektura i stroitel'stvo Rossii* [Architecture and construction of Russia], 2021, no. 3(239), pp. 6–15. (in Russian)
3. Lutchenko S.I. Planning and natural frames of the region as the basis for the formation of tourist and recreational zones. *Inzhenernyj vestnik Dona* [Don Engineering Herald], 2021, no. 10(82), pp. 332–345. (in Russian)
4. Lutchenko S.I. *Territorial'no-planirovochnaja organizatsija turistskoj infrastruktury Leningradskoj oblasti*. Cand. Diss. [Territorial and planning organization of tourist infrastructure of Leningrad region. Cand. Diss.]. St. Petersburg, 2023. 266 p.
5. Tsydenova I.B., Sementsov S.V. Project proposal for restoration and adaptation of the administrative center of Novaya Ladoga. *Arhitekturnye sezony v SPbGASU: sb. materialov XI Regional'nogo tvorcheskogo foruma s mezhdunarodnym uchastiem* [Architectural seasons in SPbGASU: Sat. materials of the XI Regional Creative Forum with international participation]. St. Petersburg, 2021, pp. 158–159. (In Russian).
6. *Students SPbGASU developed the project of restoration of the center by Nova Ladogi*. Available at: <https://rg.ru/2019/07/01/reg-szfo/studenty-spbgasu-razrabotali-proekt-restavratsii-centra-novoj-ladogi.html> (accessed 10 August 2023).
7. Mityaev A.S., Akulova N.A. Revival of the historical urban environment of Novaya Ladoga on the example of recreating the object “a complex of buildings of the former city government, a women’s gymnasium and a school (perestroika – Archpriest M.A. Shurupov); storeroom and glacier building; the remains of the fence “. *Arhitekturnye sezony v SPbGASU: sb. materialov XI Regional'nogo tvorcheskogo foruma s mezhdunarodnym*

uchastiem [Architectural seasons in SPbGASU: Sat. materials of the XI Regional Creative Forum with international participation]. St. Petersburg, 2021, pp. 130–131. (In Russian).

8. Yelnikova E.I., Akulova N.A. Problems of revival of the pilgrimage center of New Ladoga. *Arhitekturnye sezony v SPbGASU: sb. materialov XI Regional'nogo tvorcheskogo foruma s mezhdunarodnym uchastiem* [Architectural seasons in SPbGASU: Sat. materials of the XI Regional Creative Forum with international participation]. St. Petersburg, 2021, pp. 109–111. (In Russian).

9. Annual competition "Concept of Spatial Development of Municipalities of Leningrad Region" 2023. Available at: <https://arch.lenobl.ru/ru/deiatelnost/konkurs/3243/> (accessed 10 August 2023).

10. Akhmedova E.A., Kuznetsov I.I. Principles of preservation of the historical and cultural multilayer public spaces: dialogue of times. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2022, vol. 12, no. 2, pp. 54–62. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2022.02.9

11. Perkova M.V. *Gradostroitel'noe razvitiye regional'noy sistemy rasseleniya i ee jelementov (na primere Belgorodskoj oblasti)*. Doct. Diss. [Urban development of the regional settlement system and its elements (on the example of the Belgorod region). Doct. Diss.]. St. Petersburg, 2019. 912 p.

12. *New Ladoga (Leningrad Oblast) – 25 attractions*. Available at: <https://tur-ray.ru/novaya-ladoga-dostoprimechatelnosti.html> (accessed 10 August 2023).

13. Shigapova A.M., Akulova N.A. Adaptation of the Petrovsky Canal in Novaya Ladoga. *Arhitekturnye sezony v SPbGASU: sb. materialov XI Regional'nogo tvorcheskogo foruma s mezhdunarodnym uchastiem* [Architectural seasons in SPbGASU: Sat. materials of the XII Regional Creative Forum with international participation]. St. Petersburg, 2022, pp. 89–90. (In Russian).

14. Ladik E.I., Perkova M.V. Principles and methods of architectural and planning organization of recreational areas, taking into account the regional characteristics of the Belgorod region. *Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta im. V.G. Shukhova* [Bulletin of Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov], 2017, no. 7, pp. 46–52. (in Russian) DOI: 10.12737/article_5940f0187760c0.79965719

15. Stupin Yu.A., Pavlinov P.S., Makarov A.D. Novaya Ladoga. *Obshhenatsional'nyj interaktivnyj jenciklopedicheskij portal «Znaniya»* [Nationwide interactive encyclopedic portal "Knowledge"], 2022, no. 5. (in Russian) DOI: 10.54972/00000031_2022_5_31

Об авторах:

ПЕРЬКОВА Маргарита Викторовна

доктор архитектуры, доцент, советник РААСН,
директор Высшей школы дизайна и архитектуры
Санкт-Петербургский политехнический университет
Петра Великого
195251, Россия, г. Санкт-Петербург,
ул. Политехническая, 29
E-mail: perkova.margo@mail.ru

PERKOVA Margarita V.

Doctor of Architecture, Associate Professor,
Advisor of RAASN,
Director of the Higher School of Design and Architecture
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
195251, Russia, St. Petersburg, Polytechnicheskaya str., 29
E-mail: perkova.margo@mail.ru

ЛАДИК Елена Игоревна

кандидат архитектуры, доцент Высшей школы
дизайна и архитектуры
Санкт-Петербургский политехнический университет
Петра Великого
195251, Россия, г. Санкт-Петербург,
ул. Политехническая, 29
E-mail: krushelnitskaya.lena@yandex.ru

LADIK Elena Ig.

PhD in Architecture, Associate Professor of the Higher
School of Design and Architecture
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
195251, Russia, St. Petersburg, Polytechnicheskaya str., 29
E-mail: krushelnitskaya.lena@yandex.ru

Для цитирования: Перькова М.В., Ладик Е.И. Реновация городской среды исторического центра г. Новая Ладога // Градостроительство и архитектура. 2024. Т. 14, № 1. С. 178–190. DOI: 10.17673/Vestnik.2024.01.21.

For citation: Perkova M.V., Ladik E.I. Renovation of the Urban Environment of the Historical Center of the City of Novaya Ladoga. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2024, vol. 14, no. 1, pp. 178–190. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2024.01.21.

Д. А. СУГАРОВ**ГРАДООБРАЗУЮЩАЯ РОЛЬ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
ВО ВЛАДИКАВКАЗЕ В ГОДЫ СОВЕТСКОЙ ВЛАСТИ****TOWN-FORMING ROLE OF INDUSTRY IN VLADIKAVKAZ DURING
THE YEARS OF SOVIET AUTHORITY**

Роль промышленности в градостроительном развитии городов все более привлекает к себе пристальное внимание на фоне изменчивости современного мира. Проследить эту тематическую хронологию на примере Владикавказа актуально и применимо для городов постиндустриальной России. Динамика пространственного развития промышленности в городской структуре – необходимый вектор для выявления перспектив развития города. В данном исследовании охвачен весь 235-летний исторический период градостроительного формирования и архитектурного развития Владикавказа: в первой части рассмотрен начальный период 1784–1917 гг. [1], во второй – период правления советской власти 1917–1990 гг., в третьей – завершающий период с 1990 г. по настоящее время. Статья представляет собой вторую часть исследуемой автором темы.

The role of industry in the urban development of cities is increasingly attracting close attention against the backdrop of the variability of the modern world. Tracing this thematic chronology using the example of Vladikavkaz is relevant and applicable for cities of post-industrial Russia. The dynamics of spatial development of industry in the urban structure is a necessary vector for identifying the prospects for city development. This study covers the entire 235-year historical period of urban planning and architectural development of Vladikavkaz: the first part examines the initial period of 1784–1917, the second – the period of Soviet rule 1917–1990, the third – the final period from 1990 until now. The article represents the second part of the topic explored by the author.

Ключевые слова: Владикавказ, градостроительство, промышленность, промышленный узел, этапы развития промышленности, СССР, планировочная структура города

Keywords: Vladikavkaz, urban planning, industry, industrial hub, stages of industrial development, USSR, planning structure of the city

Введение

В состав городских промышленных зон входят значительные территории, занятые производственными предприятиями и связанными с ними объектами, транспортом, инженерными сооружениями и т. п. В некоторых индустриальных городах и селах производственные зоны занимают до 50–60 % территорий. Владикавказ в этом отношении является ярким примером – половина территорий города промышленные.

К градостроительным проблемам промышленной архитектуры следует относить вопросы, являющиеся стыковыми между градостроительством и промышленной архитектурой, а именно – градообразующая и градоформирующая роль промышленности.

У истоков советского промышленного зодчества стоят крупнейшие архитекторы, академики, профессора. Среди них А. Кузнецов, В. Веснин, А. Самойлов, Г. Бархин. Развитию промышленной архитектуры в СССР посвятили свою жизнь многие мастера и ученые. Этот список открывают

такие крупные имена, как: В. Мовчан, Е. Попов, Г. Орлов, И. Николаев, А. Фисиенко, В. Мыслин, К. Яковлевас-Матецкис, Б. Истомин. Неоценимый вклад в продолжение развития промышленной архитектуры оказали коллективы крупнейших проектных институтов, таких как: ЦНИИПромзданий и ЦНИИГрадостроительства [2].

Мощные градостроительные преобразования и интенсивное развитие Владикавказа совершалось по той элементарной причине, что с процессом развития промышленности во второй половине XIX – начале XX в. все промышленные города подвергались реконструкции. Совершаемая в странах Западной Европы, США и России промышленная революция решительно коснулась крупного города Владикавказ на Северном Кавказе.

Развитие промышленности стало решающим фактором в архитектурно-планировочном формировании и обретении выразительного эстетического облика Владикавказа и, по сути, явилось надежной экономической основой для его градостроительного развития.

Рассмотрим процесс развития промышленности во Владикавказе как его градообразующей функции в следующих исторических этапах:

- ранние годы советской власти (1917–1940);
- годы войны и период восстановления (1940–1965);
- последние годы советской власти (1965–1990).

Краткие положения градообразующей роли промышленности в дореволюционный период развития Владикавказа

Прежде чем приступить к раскрытию заданной темы, коротко осветим основные положения градообразующей роли промышленности в исследуемом городе в дореволюционный период, которому была посвящена первая часть статьи [1]. Здесь промышленное строительство в основном носило стихийный характер, определялось частной собственностью на землю, погоней за прибылью, не учитывало санитарно-гигиенические требования.

Производственный процесс города Владикавказа носил прежде всего обеспечивающий характер, необходимый для скромного уровня жизни и активной деятельности военного гарнизона крепости. И за этот период развития, вплоть до начала второй половины XIX в., крепость «Владикавказ» не смогла обрести градообразующие черты. Лишь в дальнейшем на основе всех существующих производственных мастерских стала развиваться легкая промышленность.

Владикавказ в 1860 г. получил статус города, впоследствии промышленное развитие его привело к тому, что к началу XX в. он стал самым крупным городом и центром Терской области. Здесь проживало свыше 50 тыс. человек, а уже в 1915 г. – свыше 75 тыс. человек [3, с. 2–3, 55]. К этому времени Владикавказ был уже вполне сложившимся городом, ведущим центром развития легкой и тяжелой промышленности и городского коммунального хозяйства, средоточием высокой культуры и подлинного просвещения всей многонациональной интеллигенции Северного Кавказа.

На основании принципов планировки и застройки города дореволюционного Владикавказа были выявлены и классифицированы промышленные объекты двух типов: *внутригородские* (находящиеся непосредственно в городской застройке) и *приграничные* (находящиеся в окрестности городской застройки). Установлено, что размещение внутригородских объектов промышленности происходило, несмотря на стихийность размещения, по *линейным* и *узловым* планировочным закономерностям. Эти

закономерности исходили прежде всего из географических особенностей места, экономической эффективности и доступности.

Ранние годы советской власти

В период Первой мировой и гражданской войн хозяйство Владикавказа пришлось в упадок. Резко сократилась выработка электроэнергии, трамвайное движение прекратилось, была разрушена значительная часть промышленных предприятий и жилого фонда. Не было сырья, энергии, не хватало продовольствия.

Необходимо было в первую очередь восстановить промышленность города. Большое внимание было уделено восстановлению свинцово-цинкового завода «Алагир» и крахмального завода, так как продукция этих предприятий была необходима хозяйству страны. В 1922 г. было организовано Кавказское свинцово-цинковое объединение, в которое вошли все предприятия бывшего горно-химического общества «Алагир». Завод получил новое название – «Кавцинк» – и стал первым в стране металлургическим предприятием, дававшим РСФСР цинк и свинец [4].

Вскоре возобновили работу Владикавказские железнодорожные мастерские, мельницы, макаронная фабрика, кирпичные и пивоваренные заводы, гостиницы, банки, городской трамвай. Были запущены в 1927–1928 гг. в эксплуатацию пивоваренный завод (б. Тененбаума) и мельница (б. Полонского). Вместе с тем было закрыто несколько предприятий. Среди них Табачная фабрика и некоторые типографии. Типографии были закрыты «ввиду излишнего и вредного для дела обилия типографий во Владикавказе» [5, с. 1].

Загрузка некоторых предприятий осуществлялась не в полном объеме. Тем не менее в целом наблюдался промышленный рост. Уже к концу 1927 г. валовая продукция городской промышленности превзошла дореволюционный уровень, заработная плата рабочего увеличилась на 21 % [5].

Пришедший советский строй в корне изменил как социально-экономическое, так и пространственное положение промышленных предприятий в городе. Началась перекомпоновка и перестройка промышленного комплекса. Однако в данный период строительства «нового города» наблюдается сильная инертность. Прошли десятилетия, прежде чем эти процессы приобрели масштабное значение.

Динамику пространственного развития промышленности во Владикавказе в советский период можно проследить на рисунке. На плане 1928 г. выделяется одна крупная промышленная зона (территория завода «Кавцинк» и вагоноре-

монтного завода) и одна малая. Прочие предприятия, как и в дореволюционном Владикавказе, разбросаны по территории города.

Важное значение в формировании крупнейшего промышленного узла республики и города имеет завод «Кавцинк». В первой части статьи было подробно освещено его градостроительное значение и градоформирующее влияние на Владикавказ и отдельные районы республики, роль бельгийцев в использовании комплексного подхода в организации процесса производства [2]. В дореволюционный период горнопромышленное общество «Алагир» объединяло завод, электростанцию и трамвайное хозяйство во Владикавказе, рудник и электростанцию в Садоне, обогатительные фабрики в Мизуре и Фаснале. Оно способствовало облагораживанию города благодаря озеленению улиц, аллей и скверов, улучшению и развитию природного каркаса города в виде живописных парков и зеленых массивов.

Именно территория завода «Электроцинк» (б. Алагирского серебро-цинко-свинцо-химического завода) является исторической, исконно

и поныне промышленной территорией Владикавказ. Она положила начало формированию крупнейшего промышленного узла республики (в настоящее время около 1000 га).

В августе 1931 г. Владикавказ был переименован в Орджоникидзе, а в 1934 г. стал административным центром Северо-Осетинской автономной области.

В эти годы в городе были построены и введены в эксплуатацию чугунно-литейный завод, автотракторные и электромеханические мастерские, асфальтобетонный и молочный заводы, паркетно-мебельная, швейная и трикотажная фабрики. Для обеспечения пищевой промышленности тарой был построен завод «Стеклотара». Он снабжал тарой почти всю консервную промышленность Северного Кавказа.

Завод «Кавцинк» в 1934 г. был переименован в «Электроцинк». Изменение названия завода было связано с важным событием – пущен в строй электролитный цех. Завод дал впервые в СССР электролитный цинк. Пуск электролитного цеха открыл новую страницу в истории развития цветной металлургии СССР.

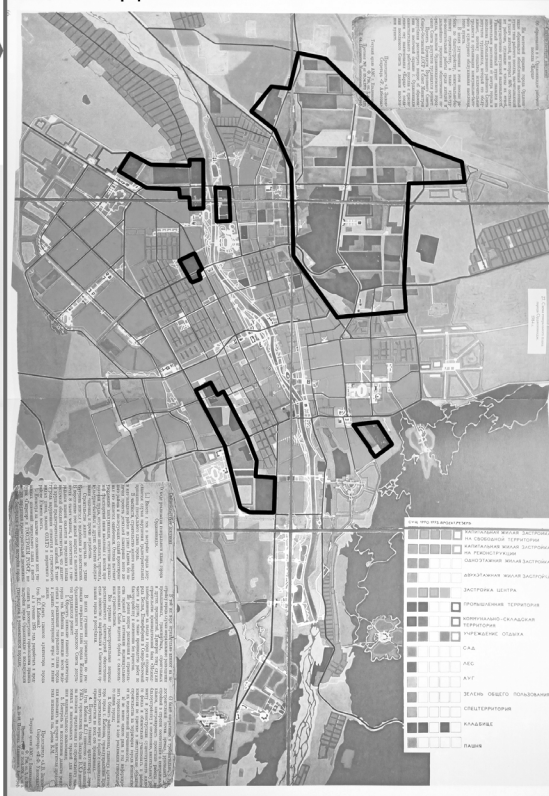
1928 год



1956 год



1984 год



Динамика пространственного развития промышленных зон во Владикавказе. Планы за 1928, 1956, 1984 гг.
(Черным цветом выделены промышленные зоны)

Dynamics of spatial development of industrial zones in Vladikavkaz.
Plans for 1928, 1956, 1984. Industrial zones are highlighted in black

В 1939 г. С. Колчин так описывает промышленное состояние Владикавказа: «Город Орджоникидзе стал индустриальным. Построен новый, оборудованный первоклассной техникой завод электролитного цинка. Механизированный хлебокомбинат заменил грязные кустарные пекарни. Железнодорожные мастерские превратились в крупнейший вагоноремонтный завод, в многочисленных цехах которого установлены сложнейшие автоматы, заменившие старые станки. Швейная фабрика, комбинат национальных изделий, мебельная фабрика, мясокомбинат, десятки мастерских кустарно-промысловых артелей – всего этого не было в дореволюционном Владикавказе» [6]. Всего в этот период во Владикавказе было построено около 70 новых предприятий.

Местная промышленность города объединяла небольшие предприятия по производству строительных материалов (кирпичный завод «ИР», известковый завод, завод цинковых белил, мраморно-мозаичное производство), металлообрабатывающие мастерские и др.). Налаживалось мебельное производство. Оно было представлено фабриками: мебельно-музыкальной, корпусной, гнутой мебели. Были организованы обувные и шляпные мастерские, комбинат нацизделий [7].

Годы войны и период восстановления

В годы войны сильно пострадала промышленность Владикавказа. Полностью или частично было уничтожено 117 производственных зданий и сооружений, 49 хозяйственных построек. Подвергся частичному разрушению вокзал и 25 других производственных построек железнодорожного транспорта, 9 производственных сооружений связи; полностью или частично разрушены 19 торгово-складских помещений.

На заводе «Электроцинк» вражеской бомбардировкой был разрушен ряд строений и сооружений. На вагоноремонтном заводе от прямых попаданий бомб пострадали производственные здания, жилой дом, подсобное хозяйство. На «Стеклотаре» прямыми попаданиями и взрывной волной полностью разрушено здание распиловочного цеха, частично разрушены общежитие, гараж, склады цеха гурты, детсад; повреждено множество цехов. На кожзаводе разрушены главный корпус, котельная и различные отделения завода. На молокозаводе сильно разрушены производственные здания. На крахмальном заводе полностью разрушены зернохранилище, частично цеха и склады. Можно сказать, что в городе не осталось ни одного более или менее крупного предприятия, которое не пострадало бы от

бомбежек [8]. В 1944 г. город Орджоникидзе был переименован в город Дзауджикау.

Важным этапом развития советской промышленной архитектуры явился период восстановления предприятий, разрушенных немецко-фашистскими захватчиками в годы Великой Отечественной войны.

Во Владикавказе были предусмотрены большие работы по восстановлению и дальнейшему развитию города, улучшению материально-бытовых и культурных условий жизни населения. Значительный рост получила промышленность на основе полного восстановления, реконструкции и расширения промышленных предприятий, роста производительности труда и, в результате механизации, улучшения технологий и рационализации производственного процесса, лучшего использования сырья и оборудования, а также строительства ряда предприятий.

Этот период знаменовал окончательный отказ от старой стихийной модели развития. Радикальные постулаты советского градостроительства требовали «собрать» разбросанные по городу предприятия в единые промышленные зоны и узлы. Во многих случаях промышленные образования начали формироваться на базе крупных предприятий, расположенных на окраине жилых районов, а также на специально выделенных территориях, удалённых от жилой застройки. В это время большинство городов имело возможность территориально развиваться в любом направлении, поэтому выбор альтернативы территориального роста подчинялся зачастую композиционным задачам и город приобретал сравнительно законченную, достаточно компактную планировочную структуру замкнутого типа.

В период 1955-1965 гг., когда темпы роста градообразующей базы стали существенно возрастать, появляются новые промышленные предприятия, требующие все больших территорий, энергообеспечения, транспортных коммуникаций. На данном этапе планировочная структура города подвергается серьёзным изменениям, приобретает новые качества и масштабы, возникают динамические тенденции ее преобразования [9].

В этот период из жилых кварталов в промышленные районы были вынесены следующие предприятия: Кожзавод, Мельницы, Фруктововарочный завод, Техжиркомбинат, Обозстроительный завод, Фабрика корпусной мебели, Химкомбинат, Лесзавод «Красное Знамя», Авторемонтный завод и др. [10].

Промышленное перераспределение не коснулось лишь крупнейшего предприятия республики и города – завода «Электроцинк».

Наоборот, на тот момент его окраинное расположение, за путями железнодорожного сообщения, послужило хорошей основой для расширения промышленных территорий на север и восток для размещения новых предприятий.

В 1954 г. город Дзауджикау вновь был переименован в город Орджоникидзе. План 1956 г. наглядно демонстрирует градостроительные изменения, описанные выше. Отчетливо видны новые образования промышленных предприятий и расширение старой северо-восточной промышленной зоны (см. рисунок). К началу 60-х гг. в городе насчитывалось 66 крупных промышленных предприятий со средним числом рабочих 20 тыс. человек [11, с. 123–124].

Помимо выноса предприятий и концентрации по местам, не менее грандиозным событием является создание санитарно-защитных зеленых зон. Впервые поднимаются вопросы экологии. Разрабатываются Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий. Промышленность была ранжирована по классам вредности и опасности.

Встает вопрос рационального размещения предприятий в системе города с точки зрения оздоровления городской среды. Несмотря на все принимаемые меры по локализации производственных вредностей, очистке отходящих газов, пыли, сточных вод, наблюдалось превышение установленных санитарными нормами предельно допустимых концентраций вредных веществ в воздушном бассейне городов и в прилегающих к ним водоемах. Далеко не все предприятия добивались требуемой локализации вредных веществ [1]. Так и во Владикавказе ввиду несоблюдения таких требований были превышены предельно допустимые значения вредных выбросов.

Комплексное благоустройство выполняет различные функции: санитарно-гигиеническую, производственную, хозяйственно-эксплуатационную, архитектурно-композиционную и психолого-эмоциональную [12]. В этом вопросе в качестве практического примера обращают на себя внимание принятые меры на заводе «Элетроцинк» во Владикавказе – снос старого химического цеха и устройство на его месте цветущего сквера. Но экорешения не заканчиваются лишь на этом. «Превратим территорию завода в цветущий сад!» – под таким лозунгом специальная хозяйственная бригада при помощи городского коллектива и особенно ветеранов завода – пенсионеров с ранней весны начинают благоустраивать и озеленять огромную заводскую территорию, прилегающие к ней скверы, площадки и заводской двор [13].

Последние годы советской власти

Последующий период 1965–1990 гг. характеризуется целенаправленным формированием промышленных районов, где сосредотачиваются практически все промышленные новостройки города. Продолжается процесс концентрации трудящихся на предприятиях, отражающий общую тенденцию к укрупнению параметров технологического оборудования, цехов и их блоков. В среднем степень территориальной концентрации труда на предприятиях крупных и крупнейших городов возросла за десятилетие на 15–20 %, а в промышленных узлах и районах – более чем в 1,5 раза. Эта тенденция получает свое продолжение в расширении зон промышленной концентрации.

Основные тенденции их формирования определяются агломерационными эффектами, обеспечивающими интенсификацию межотраслевых связей за счет получения дополнительных выгод в результате совместного использования производственной и социальной инфраструктур и углубленного использования ресурсов развития [9].

К 1989 г. в Орджоникидзе насчитывалось 1056 промышленных предприятий, в том числе 87 крупных, с общей численностью занятых около 60 тыс. человек. Объем годовой товарной продукции промышленности за годы советской власти увеличился почти в 14 раз. На генеральном плане 1984 г. видно, как «малые зоны» промышленных предприятий превратились в мощные промышленные узлы (см. рисунок). Промышленная застройка по своим территориальным масштабам и композиционной значимости стала соизмеримой с застройкой селитебных зон и активно вторглась в архитектурно-планировочную ткань города, почти независимо от категории вредности производства.

В этот период столица Северной Осетии была одним из крупных экономических центров Кавказа и страны в целом. Наибольшую степень концентрации производства отличались машиностроение и цветная металлургия. На долю промышленности города приходилось 70,3 % общей численности промышленно-производственного персонала и 97,7 % общего объема валовой промышленной продукции республики. Профилирующей отраслью в Орджоникидзе стало машиностроение и металлообработка, второе место заняла цветная металлургия, третье – пищевая промышленность, четвертое – легкая промышленность [8].

Немаловажное место в развитии промышленности Орджоникидзе занимали строительно-монтажные организации. К данной градообразующей отрасли относились все

предприятия и организации, осуществлявшие в городе и республике новое промышленное, жилищно-гражданское, коммунальное и другие виды строительства.

В Орджоникидзе работало более 50 общестроительных, специализированных и других строительно-монтажных организаций, с занятостью более 10 тыс. человек. Наиболее крупными из них являлись трест «Севосетин-гражданстрой», территориальное управление «Севосетинстрой», объединения «Севосетин агропромстрой» и «Кавказэлектронстрой».

Столица Северной Осетии – Орджоникидзе стал одним из тех городов страны, где быстро росла численность занятого в общественном производстве населения. Если в 1975 г. здесь было 128,7 тыс. рабочих и служащих, то в начале 1989 г. аналогичный показатель составлял 156,2 тыс. чел. В промышленности города было занято 35,5 % работающего населения, в строительстве – 10,2 % [8].

В 1990 г. при распаде Советского Союза город Орджоникидзе получил свое историческое название – Владикавказ. Началась новая эпоха, характеризующаяся плачевными экономическими событиями. Произошел индустриальный крах, в результате чего вся накопленная десятилетиями промышленная мощь Владикавказа сошла на нет. Последствия этого остро наблюдаются и поныне, о чем речь пойдет в третьей части статьи.

Выводы. 1. Градостроительство Советского Союза внесло существенный вклад в архитектурно-планировочное развитие Владикавказа. Новые положения пространственной организации промышленности определили экономическую эффективность, социальную устойчивость, рисунки и силуэты этих городов.

2. Ранние годы советской власти – сложный период, в котором необходимо было в первую очередь восстановить промышленность города. Пришедший советский строй в корне изменил как социально-экономическое, так и пространственное положение промышленных предприятий в городе. Началась переконпоновка и перестройка промышленного комплекса. Тем не менее в данный период строительства «нового города» наблюдается сильная инертность. Прошли десятилетия, прежде чем эти процессы приобрели масштабное значение.

3. Во Владикавказе в годы Великой Отечественной войны промышленность подверглась серьезным разрушениям. Не осталось ни одного уцелевшего завода и цеха. Тем не менее предприятия работали и поставляли необходимое количество сырья для борьбы с захватчиками.

4. В послевоенные годы был осуществлен окончательный отказ от старой дисперсной модели размещения промышленности. Промышленность была организована в единые зоны и узлы. Владикавказ явился ярким примером осуществления градостроительных принципов организации промышленности в СССР.

5. Организованные промышленные узлы послужили основой для расширения промышленных территорий для последующего наращивания индустриальных мощностей. Во Владикавказе сложилось три крупные промышленные зоны, в том числе одна крупнейшая на северо-востоке города.

6. На базе старейшего завода республики Северная Осетия-Алания Алагирского серебро-свинцового завода была создана крупнейшая во Владикавказе промышленная зона размером более 1000 га. Данное обстоятельство важно с точки зрения перспектив ее развития, так как эта промышленная зона является исторически промышленной (более 100 лет).

7. В послевоенные годы всерьез начали задумываться над экологической составляющей при проектировании зон промышленных предприятий. Новые требования по оздоровлению природной среды коснулись и Владикавказа, в частности в размещении промышленных зон с учетом розы ветров, а также в организации санитарно-защитных зеленых зон.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Сугаров Д.А.* Градообразующая роль промышленности во Владикавказе в XIX – начале XX века // Градостроительство и архитектура. 2023. Т.13, № 2. С. 181–185. DOI: 10.17673/Vestnik.2023.02.24.
2. *Ким Н.Н.* Промышленная архитектура. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Стройиздат, 1988. 244 с.
3. Первая всеобщая перепись населения Российской империи в 1897 г. Т. 68. Терская область. СПб., 1897. 236 с.
4. *Таутиев К.У.* Исторический атлас Владикавказа, 1784–2016 / науч. ред. З.В. Канукова; СОИГСИ им. В.И. Абаева, Сев.-Кав. межрег. газета «Терские ведомости». Владикавказ: Терские ведомости, 2016. 104 с. : цв. ил., карты.
5. Отчет о деятельности Владикавказского Городского совета IV созыва. Владикавказ, 1929. 33 с.
6. Социалистическая Осетия, 1939. № 40.
7. История Северной Осетии (XX век). Владикавказ, 2003. 232 с.
8. *Таутиев К.У.* Владикавказ: Страницы прошлого и настоящего. Владикавказ: Ир: Терские ведомости, 2020. 352 с.
9. *Бочаров Ю.П., Фильваров Г.И.* Производство и пространственная организация городов. М.: Стройиздат, 1987. 256 с., ил.

10. ЦГА РСО-А. Ф. Р56, оп. 3, д. 16. Протокол № 40 от 01.10.1953 г., п.686.
11. История Владикавказа (1781–1990): сб. документов и материалов. Владикавказ, 1991. 1013 с.
12. Яковлевас-Матецкис К.М. Комплексное благоустройство промышленных территорий. Киев, 1989. 135 с.
13. Завод «Электроцинк» / П. Я. Башуров, К. М. Дзугаев [и др.]. М., 1969. 91 с.
11. *Istorija Vladikavkaza (1781–1990): sb. dokumentov i materialov* [History of Vladikavkaz (1781–1990): Sat. documents and materials]. Vladikavkaz, 1991. 1013 p.
12. *Jakovlevas-Mateckis K.M. Kompleksnoe blagoustrojstvo promyshlennyh territorij* [Yakovlevas-Mateckis K.M. Comprehensive improvement of industrial areas]. Kiev, 1989. 135 p.
13. *Bashurov P.Ya., Dzugaev K.M. Zavod «Jelektrocink»* [Electrozinc Plant]. Moscow, 1969. 91 p.

REFERENCES

1. Sugarov D.A. Urban-Forming Role of Industry in Vladikavkaz in the 19th - Beginning of the 20th Century. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2023, vol. 13, no. 2, pp. 181–185. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2023.02.24
2. Kim N.N. *Promyshlennaja arhitektura. 2-e izd., pererab. i dop.* [Industrial architecture. 2nd ed., Rev. and add.]. Moscow, Stroizdat, 1988. 244 p.
3. *Pervaja vseobshhaja perepis' naselenija Rossijskoj imperii v 1897 g. T. 68.* [The first general census of the population of the Russian Empire in 1897, T. 68]. St. Petersburg, 1897. 236 p.
4. Tautiev K.U. *Istoricheskij atlas Vladikavkaza, 1784–2016* [Historical Atlas of Vladikavkaz, 1784–2016]. Vladikavkaz, Tver Vedomosti, 2016. 104 p.
5. *Otchet o dejatel'nosti Vladikavkazskogo Gorodskogo soveta IV sozyva* [Report on the activities of the Vladikavkaz City Council of the IV convocation]. Vladikavkaz, 1929. 33 p.
6. *Socialisticheskaja Osetija* [Socialist Ossetia], 1939. no. 40.
7. *Istorija Severnoj Osetii (XX vek)* [History of North Ossetia (XX century)]. Владикавказ, 2003. 232 p.
8. Tautiev K.U. *Vladikavkaz: Stranicy proshlogo i nastojashhego* [Vladikavkaz: Pages of the past and present]. Vladikavkaz, Ir, Tver Vedomosti, 2020. 352 p.
9. Bocharov Ju.P., Fil'varov G.I. *Proizvodstvo i prostranstvennaja organizacija gorodov* [Production and spatial organization of cities]. Moscow, Stroizdat, 1987. 256 p.
10. TSGA RSO-A. F. R56. Op. 3. D. 16. Protocol N. 40. 1953. P. 686.

Об авторе:

СУГАРОВ Давид Анатольевич

аспирант кафедры градостроительства
ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России»
119331, Россия, г. Москва, пр. Вернадского, 29
E-mail: dsugarov@mail.ru

SUGAROV David An.

Postgraduate Student of the Urban Planning Chair
FGBU "TSNIIP Russian Ministry of Construction"
119331, Russia, Moscow, Vernadsky Ave., 29
E-mail: dsugarov@mail.ru

Для цитирования: Сугаров Д.А. Градообразующая роль промышленности во Владикавказе в годы советской власти // Градостроительство и архитектура. 2024. Т. 14, № 1. С. 191–197. DOI: 10.17673/Vestnik.2024.01.22.
For citation: Sugarov D.A. Town-forming Role of Industry in Vladikavkaz during the Years of Soviet Authority. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2024, vol. 14, no. 1, pp. 191–197. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2024.01.22.

Т. С. ХАКИМОВА
Ю. А. ЗАКИРОВА

ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННОГО ТЕРРИТОРИАЛЬНО-ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ КАМСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

FEATURES OF MODERN SPATIAL DEVELOPMENT OF THE KAMA AGGLOMERATION

В статье рассматриваются стратегические документы, нормативно-правовые акты федерального, регионального и местного уровня на предмет выявления приоритетных направлений проектных мероприятий в отношении Камской агломерации, исследована современная градостроительная ситуация на основе картографических данных, данных государственных органов статистики, натурных исследований. Определены возможности и ограничения территориально-пространственного развития Камской агломерации.

The article examines strategic documents, regulatory legal acts of the federal, regional and local levels in order to identify priority areas of project activities in relation to the Kama agglomeration, examines the current urban situation on the basis of cartographic data, data from state statistical agencies, field studies. The possibilities and limitations of the territorial and spatial development of the Kama agglomeration are determined. Today, the Kama agglomeration is formed on the basis of two core cities: the cities of Naberezhnye Chelny and Nizhnekamsk. The purpose of the study is to determine the features of the modern territorial and spatial development of the Kama agglomeration.

Ключевые слова: городские агломерации, Камская агломерация, территориально-пространственное развитие

Keywords: urban agglomerations, Kama agglomeration, spatial development

Введение

Агломерация – этап территориально-экономического развития крупных городов и урбанизированных территорий, тяготеющих к ним. Само понятие зародилось в начале XX в., а общая теория агломерационного развития, понятийный аппарат в данной области складывались в течение XX в. В советской школе экономической географии и градостроительства основу для современного градостроительного мышления и планирования в начале XX в. заложили А.А. Крубер, В.П. Семенов-Тянь-Шанский, М.Г. Диканский [1] и ряд исследователей второй половины XX в.: О.К. Кудрявцев [2], В.В. Владимиров, Н.И. Наймарк [3], Г.А. Малоян [4], И.Г. Лежава [5], Г.М. Лаппо [6] и др. [7]. До 1970-х гг. в территориальном планировании, исследованиях, управлении в отечественной практике использовали следующие понятия – «хозяйственный округ», «экономический город» и территориально-производственный комплекс и др. Большой объем работ, связанных с теоретическим поиском и практическим применением агломерационного развития в отечественной практике, был проделан в 1970–1980-е гг., в период разработки Генеральной схемы расселения СССР, где функционально-пространственная организация городских агломераций

разрабатывалась в рамках концепции групповых систем населенных мест [7]. В настоящее время Институт экономики города активно занимается исследованием развития российских агломераций, в основном городов-миллионников [8–10]. Также наблюдаются попытки работы непосредственно с городскими агломерациями на уровне региональных стратегических документов.

Объект исследования – Камская агломерация (далее КА), вторая по численности городская агломерация Республики Татарстан, расположенная на северо-востоке региона. Термин «Камская агломерация» был введен в градостроительный обиход в 2015 г. с принятием Стратегии социально-экономического развития Республики Татарстан до 2030 года.

Цель исследования – определить современные особенности территориально-пространственного развития Камской агломерации. Задачи исследования:

1. Рассмотреть стратегические документы, документы территориального планирования, нормативно-правовые акты федерального, регионального и местного уровня для определения проектных мероприятий в отношении КА.
2. Выполнить ретроспективный анализ развития территории и исследовать современную градостроительную ситуацию КА.

3. Определить возможности и ограничения современного территориально-пространственного развития КА.

Материалы и методы

Материалами исследования являются:

1. Стратегические документы федерального, регионального и местного уровней¹.

2. Документы территориального планирования: отраслевые схемы территориального планирования Российской Федерации, Схема территориального планирования Республики Татарстан², схемы территориального планирования муниципальных районов в составе КА.

3. Картографические данные, полученные на основе использования карт google, yandex, векторных слоев из системы openstreetmap, публичной кадастровой карты, данных Федеральной службы государственной статистики², натурных исследований, информации из открытых интернет-источников; а также ранние исследования авторов, касающиеся агломерации и городов-ядер [11, 12].

Методы исследования включают в себя:

1. Анализ программ, проектов и документов федерального, регионального и местного уровней, в которых отражены мероприятия, касающиеся развития исследуемой территории.

2. Исследование сложившейся градостроительной ситуации на основе натурных исследований, анализа картографических данных, изучения данных органов государственной федеральной статистики, картирования данных из открытых интернет-источников.

3. Ретроспективный анализ территории на основе картографического материала разного периода, литературных источников, документов территориального планирования регионального и местного уровней.

4. Анализ полученных результатов и определение особенностей территориально-пространственного развития Камской агломерации сегодня.

Результаты и обсуждение

Для определения приоритетных направлений развития территории Камской агломе-

рации были проанализированы стратегические документы федерального, регионального, местного уровней, схемы территориального планирования.

Мероприятия, заложенные стратегическими документами на федеральном уровне. Стратегией пространственного развития Российской Федерации до 2025 г. городов Набережные Челны и Нижнекамск, вокруг которых формируется КА, определены как города, образующие крупные городские агломерации и перспективные центры экономического роста страны. На федеральном уровне также определены мероприятия федерального значения в части развития энергетики, транспорта, трубопроводного транспорта.

Мероприятия, заложенные стратегическими документами на региональном уровне. Именно в стратегических документах региона обозначены «официальные» границы Камской агломерации. Стратегия социально-экономического развития Республики Татарстан до 2030 г. определяет Камскую агломерацию в составе Камской экономической зоны (табл. 1). Согласно документу зона активного развития КА включает в себя Тукаевский, Нижнекамский, Елабужский, Менделеевский муниципальные районы (далее МР), городской округ Набережные Челны.

На территории агломерации располагаются города Набережные Челны, Нижнекамск, Елабуга, Менделеевск, поселок городского типа Камские поляны, крупные поселки – п. Круглое Поле, с. Бетьки, с. Большое Афанасово. В перспективе в состав Камской агломерации войдут малые промышленные города: Мензелинск, Мамадыш, Заинск. В Схеме территориального планирования (СТП) Республики Татарстан понятия «Камская агломерация» нет, но выделяют Набережночелнинская групповая система расселения и Набережночелнинская агломерация (выделяется в качестве экономической зоны). В табл. 2 приведен состав территориальных единиц, выделяемый в каждом документе.

Система расселения КА формируется 526 населенными пунктами, из них 8 городских населенных пунктов. На территории в 2021 г. в среднем проживало 965 873 человек, 91 % составляло городское население (880 643 чел.), общая площадь – 5 770 км². Плотность расселения 167 чел./м².

Сегодня в зоне 30-минутной доступности от городов-ядер Нижнекамск и Набережные Челны находятся города Менделеевск и Елабуга (самая темная зона на схеме). Также на схеме указана зона часовой доступности, в которую на территории Республики Татарстан входят Елабужский, Менделеевский, Заинский и Мензелинский районы (Мамадышский район не входит) (рис. 1, 2).

¹ Стратегические документы, документы территориального планирования доступны на сайте Федеральной государственной информационной системы территориального планирования <https://fgistp.economy.gov.ru/>

² <https://www.google.ru/maps>, <https://yandex.ru/maps>, <https://www.openstreetmap.org/#map=16/55.1947/51.9301>, <https://pkk.rosreestr.ru/>, <https://www.gks.ru/dbscripts/munst/>

Таблица 1
Table 1

Данные по численности и плотности населения в Камской агломерации
и муниципальных районах
Data on the population size and density in the Kama agglomeration and municipal areas

№ п/п	Муниципальный район/ городской округ	Численность населения в среднем за 2021 г., чел. ³	Площадь, км ²	Плотность расселения, чел./км ²
1	Городской округ Набережные Челны	530220	160,91	3295
2	Елабужский муниципальный район	85670	1401,41	61
3	Менделеевский муниципальный район	29472	744,9	40
4	Нижекамский муниципальный район	275927	1733,54	159
5	Тукаевский муниципальный район	44584	1729,49	26
6	*Мензелинский муниципальный район	27153	1919,75	14
7	*Заинский муниципальный район	52325	1900,78	28
8	*Мамадышский муниципальный район	40804	2612,5	16
Итого по пп. 1–5		965873	5770,25	-
Итого по пп. 1–8		1086155	12203,28	-

* – в перспективе войдут в состав КА

Схемой территориального планирования Республики Татарстан обозначен промышленно-производственный профиль территории, проектные мероприятия сконцентрированы в особой экономической зоне Алабуга (далее ОЭЗ Алабуга), городах Елабуга, Набережные Челны, Нижнекамск, Заинск.

На муниципальном уровне в схемах территориального планирования и стратегиях социально-экономического развития муниципальных районов определен приоритет агломерационного развития в части межмуниципального сотрудничества.

Ретроспективный анализ пространственного развития территорий, входящих в состав Камской агломерации

Первые городские поселения, или крепости, появились на территории современной КА в период существования Волжской Булгарии (Кирменское городище около Мамадыша, Елабужское («Чертово») городище в Елабуге). В XVI в. появляется острог на территории современного Мензелинска; на месте города Набережные Челны в 1626 г. – село Чалнинский починок; в 1652 г. – Заинский острог; крепости Закамской черты, города Нижнекамск и Набережные Челны появятся только во второй половине XX в. [13]. В рамках периодики, уже принятой в документах территориального пла-

нирования Республики Татарстан, можно выделить два крупных периода наиболее активного развития системы расселения, которые соответствуют следующим этапам градостроительного освоения территории Волго-Камья:

- 1552–1708 гг. русский ранний период – создание Казанской губернии, когда появляются, формируются современные города Мензелинск, Заинск, село Чалнинский починок (в дальнейшем г. Набережные Челны);
- 1708–1861 гг. губернский феодальный период – формируется современный рисунок сельского расселения;
- 1956–1992 гг. социалистический период – развитие получает транспортный каркас агломерации, строятся два города – центры производства – Нижнекамск и Набережные Челны, которые затем станут ядрами агломерации и в которых будет проживать большая часть населения.

Современная система расселения сформировалась к 1980 г. с завершением строительства городов, железной дороги, поднятием Куйбышевского водохранилища, строительства моста, международного аэропорта «Бегитшево».

Экономический потенциал территории Камской агломерации

Миграционный отток из агломерации наблюдается в Казань, а также в центральную часть России. Основной диапазон миграцион-

³ По данным портала муниципальных образований Республики Татарстан – <https://msu.tatarstan.ru/>

Таблица 2
Table 2

Сравнение состава образуемой агломерации
вокруг городов Набережные Челны и Нижнекамск
в Стратегии социально-экономического развития и СТП региона
Comparison of the composition of the agglomeration
formed around the cities of Naberezhnye Chelny and Nizhnekamsk
in the Strategy for Socio-Economic Development and STP of the region

Стратегия социально-экономического развития Республики Татарстан до 2030 г.			Схема территориального планирования Республики Татарстан	
Камская экономическая зона	Зона активного развития Камской городской агломерации	Зона активного развития прибрежных территорий	Набережно- Челнинская групповая система расселения	Набережно-Челнинская агломерация
Городской округ Набережные Челны			Городской округ Набережные Челны	
Нижнекамский муниципальный район			Нижнекамский муниципальный район	
Тукаевский муниципальный район			Тукаевский муниципальный район	
Менделеевский муниципальный район			Менделеевский муниципальный район	
Мензелинский муниципальный район			Мензелинский муниципальный район	
Елабужский муниципальный район			Елабужский муниципальный район	
Заинский муниципальный район		-	Заинский муниципальный район	
Мамадышский муниципальный район		-	-	
Агрызский муниципальный район	-	Агрызский муниципальный район	-	Агрызский муниципальный район
Актанышский муниципальный район	-	Актанышский муниципальный район	-	Актанышский муниципальный район
-	-	-	-	Муслюмовский муниципальный район
9 муниципальных районов и 1 городской округ	5 (в перспективе – 7) муниципальных районов и 1 городской округ	7 муниципальных районов и 1 городской округ	6 муниципальных районов и 1 городской округ	9 муниципальных районов и 1 городской округ

ного оттока населения приходится на возраст от 17-19 лет, это обусловлено нехваткой квалифицированных высших учебных заведений в КА. Вместе с тем происходит подпитка городского населения агломерации за счет миграции сельского населения агломерации и соседних муниципальных районов.

Камская агломерация формируется на базе промышленных городов, главная специализация которых – нефтехимия и машиностроение: города Набережные Челны, Нижнекамск, Елабуга, Заинск, Менделеевск. Здесь расположена ОЭЗ «Алабуга» (Елабужский МР). Круп-

ные промышленные предприятия расположены в городах Набережные Челны, Нижнекамск. Агломерация также специализируется на нефтепереработке, нефтехимии, развивается автомобилестроение, производство стройматериалов, легкая промышленность. На территории агломерации функционирует инновационный камский кластер «ИННОКАМ». Города Набережные Челны, Елабуга, Менделеевск, пгт Камские поляны отнесены к категории моногородов. Города Набережные Челны, Нижнекамск, Менделеевск определены как территории опережающего социально-экономи-

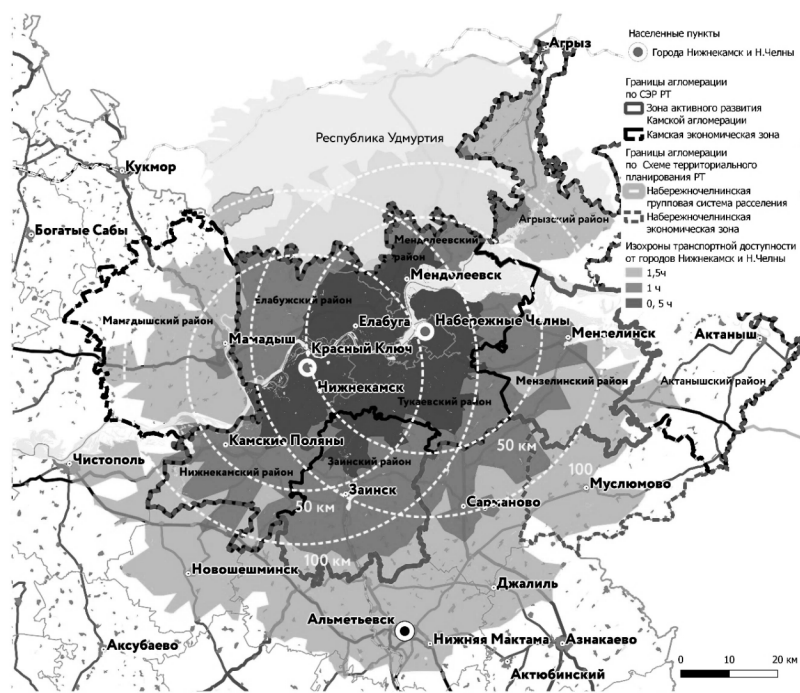


Рис. 1. Сравнение границ Камской агломерации по данным различных документов и изохронам доступности 30, 60, 90-минутной доступности от городов-ядер
Fig. 1. Comparison of the boundaries of the Kama agglomeration according to the data of various documents and isochrones of accessibility 30, 60, 90-minute accessibility from core cities

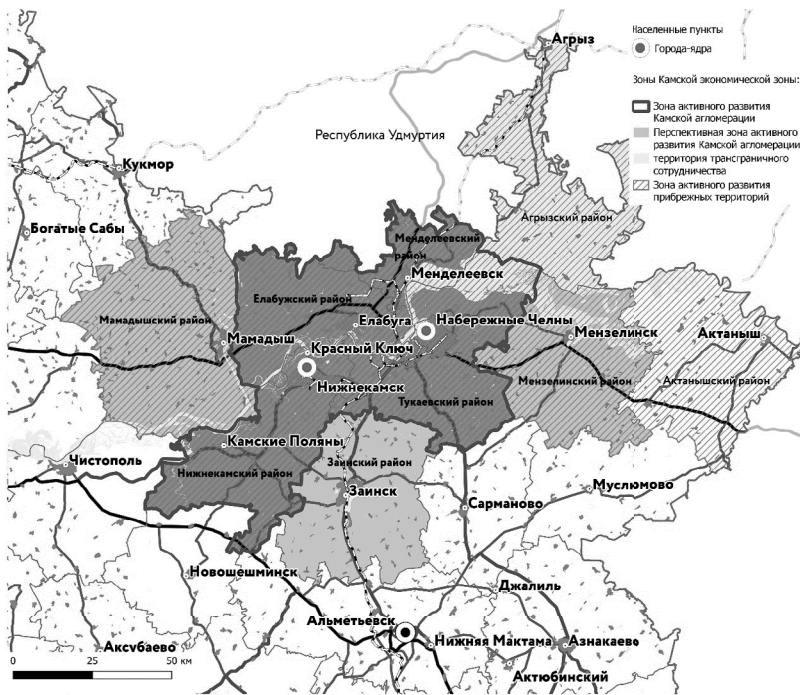


Рис. 2. Камская экономическая зона и Камская агломерация (территория трансграничного сотрудничества – Агрызский район)
Fig. 2. Kama Economic Zone and Kama Agglomeration (territory of cross-border cooperation – Agryz district)

ческого развития. Профиль занятости населения для городского округа Набережные Челны, Нижнекамского, Елабужского муниципальных районов представлен преимущественно отраслью обрабатывающих производств (табл. 3).

Характеристика уровня жизни в муниципальных образованиях в составе Камской агломерации представлена в табл. 3.

Пространственная модель Камской агломерации

Ключевым фактором формирования пространственной модели КА является природная ось – река Кама. На обоих берегах Камы располагаются все городские поселения, на сегодняшний день входящие в границы КА (Набережные Челны, Нижнекамск, Менделеевск, Елабуга, пгт Камские Поляны). Соответственно устойчивость пространственной модели КА должны обеспечивать транспортные связи с мостовыми переходами через Каму. Взаимоотношения «город – вода» – основная составляющая привлекательности и связности модели КА [14]. Агломерация имеет полицентричную структуру, ядрами выступают города Набережные Челны, Нижнекамск, Елабуга (рис. 3). Важным структурным элементом КА является ОЭЗ «Алабуга». Один из определяющих факторов формирования пространственной модели КА – федеральная трасса М7, проходящая сквозь территорию. Трасса М7 проходит через Набережные Челны, на нее имеют выход г. Елабуга и ОЭЗ «Алабуга». В настоящее время строится коридор М7 в обход г. Набережные Челны, после чего г. Нижнекамск также будет иметь выезд на федеральную трассу.

Транспортный каркас КА формируется автомобильными дорогами федерального, регионального значения, а также железной дорогой, которая пересекает территорию с севера на юг и проходит через города Агрыз, Менделеевск, Набережные Челны, Заинск. Крупный транспортный узел сформирован между городами Нижнекамск, Набережные Челны, Заинск, здесь расположен международный аэропорт «Бегишево» [15, 16].

Концентрация учреждений высшего и среднего специального образования наблюдается в городах Набережные Челны, Нижнекамск, Елабуга, что говорит о выполнении ими центральных функций. Объекты здравоохранения регионального значения размещены в городах Нижнекамск, Набережные Челны. Природно-экологический каркас формируется национальным парком «Нижняя Кама» и 12 особо охраняемыми природными территориями. Туристско-рекреационный потенци-

ал территории складывается из совокупности природных, культурных и туристских инфраструктурных объектов. Здесь наибольшим потенциалом обладает городское поселение «город Елабуга» и поселения вдоль р. Камы. Развитие туристской инфраструктуры может способствовать увеличению туристско-рекреационного потенциала территории.

На территории Камской агломерации (с учетом перспективных территорий) расположено 269 объектов культурного наследия (далее – ОКН), это 20 % от общего количества ОКН региона. Здесь также расположено 4 исторических поселения, 1 из которых федерального значения – Елабуга; выделяются 2 из 5 историко-культурные зоны региона – Камская зона уездных городов и зона «новых» городов, Елабужский государственный историко-архитектурный и художественный музей-заповедник, историко-культурная и природная территория «Имение Ушковых».

Возможности современного территориально-пространственного развития Камской агломерации

1. Полицентричная структура КА – важный положительный фактор устойчивого пространственного развития. Для дальнейшего устойчивого, скоординированного и гибкого развития Камской агломерации необходимо сохранить полицентричную структуру территории.

2. Высокий природный и культурный потенциал территорий, тяготеющих к городам-ядрам (Елабужский, Менделеевский, Тукаевский, Нижнекамский муниципальные районы), которые располагают объектами федерального значения. Наличие одной из главных водных магистралей страны – реки Камы, благодаря которой существуют выходы в Азовское, Черное, Каспийское, Балтийское и Белое моря, является одним из основных преимуществ. Все города Камской агломерации располагаются на берегах Камы, что способствует развитию водного транспорта как для пассажирских перевозок, так и для грузовых, развитию туризма и рекреационной сферы.

3. Развитая индустриальная база и сформированный промышленный кластер на территории КА.

Ограничения современного территориально-пространственного развития Камской агломерации

1. Недостаточно развитый транспортно-коммуникационный агломерационный каркас. Транспортная инфраструктура отстает

Таблица 3
Table 3

Характеристика уровня жизни в Камской агломерации⁴
Characteristics of living standards in the Kama agglomeration

Муниципальное образование	Площадь на 2020 г., га	Жилищная обеспеченность на 2020 г., м²/чел.	Средняя заработная плата на 2021 г., руб. ⁵	Жилищный фонд, данные на 2020 г., тыс. м²
Набережные Челны	17103	24,1	37500	12842,2
Нижнекамск	18859	21,8	30000	5242,6
Менделеевск	9251	22,5	27000	498,5
Елабуга	4939	26,7	30000	1986,1
Камские Поляны	2383	20,9	нет данных	309,9
Мензелинск*	1350	25,8	27000	437,1
Мамадыш*	1471	25,9	27000	410,9
Заинск*	5838	24,8	27000	983,2

* – в перспективе войдут в состав КА

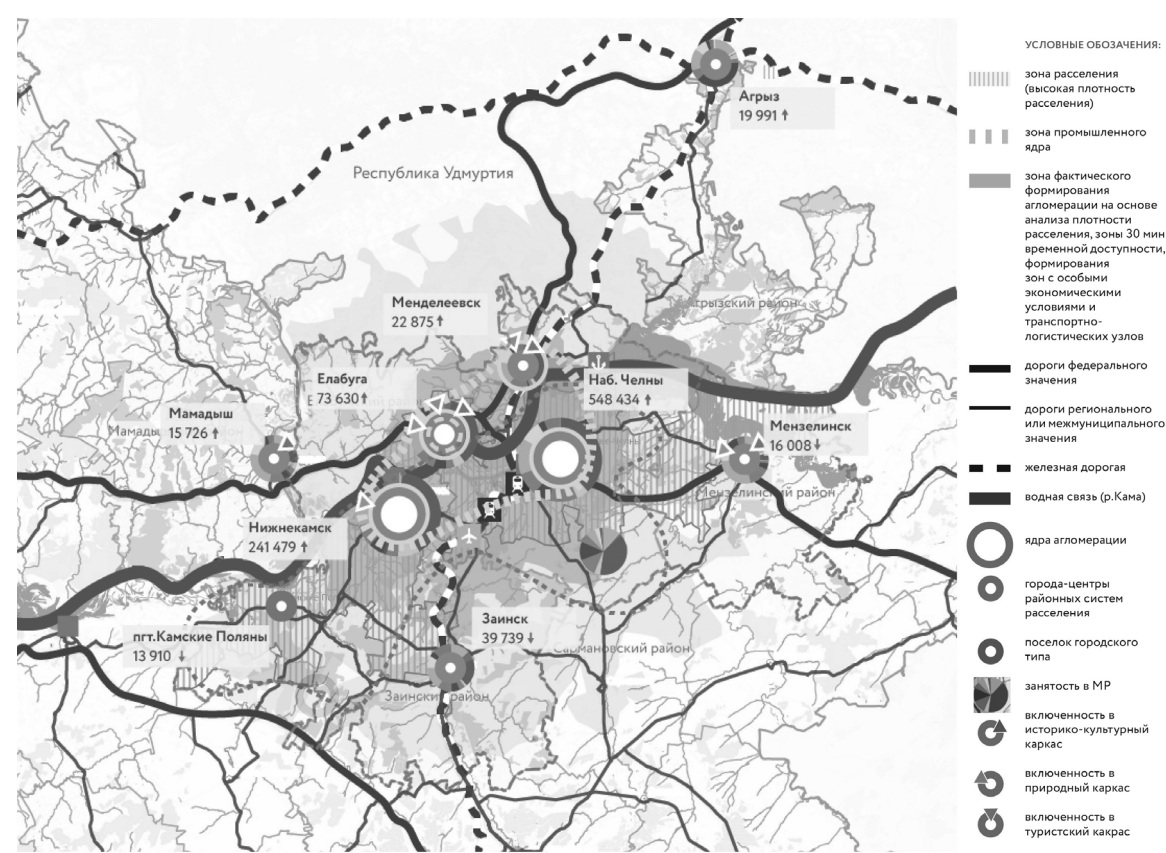


Рис. 3. Пространственная модель КА, существующее положение (автор иллюстрации Т.С. Хакимова)
Fig. 3. Spatial model of spacecraft, existing position (illustration by T. S. Khakimova)

⁴ Таблица составлена по данным федеральной службы государственной статистики.
⁵ Рейтинг городов Татарстана по заработным платам за 2021 г. – <https://tatcenter.ru/rubrics/list/innopolis-oboshel-kazan-v-rejtinge-gorodov-tatarstana-po-zarplatam/>

от развития производств (не обеспечена 30-минутная доступность между городами-ядрами, сегодня существует только один автомобильный и железнодорожный переход через реку Каму – Нижнекамская ГЭС). Анализ современной градостроительной ситуации КА позволяет выявить необходимость повышения транспортной связности территории в части связей через реку Каму [17]. Слабо развиты «горизонтальные» связи между административными центрами муниципальных районов в составе агломерации.

2. Недеверсифицированная производственная база, моноспециализация городов. Сегодня промышленное производство является главным фактором, определяющим территориальное и градостроительное планирование поселений КА. Санитарно-защитные зоны покрывают значительные площади внутри городов, в связи с чем наблюдается дефицит земельных ресурсов под жилищное строительство. Монопрофильный характер градообразующих предприятий городов КА является одной из причин миграционного оттока населения.

3. Неопределенность роли (специализации) муниципальных районов, тяготеющих к агломерации (перспективных территорий – городов Мензелинск, Мамадыш, Заинского муниципального района), а также муниципальных районов в составе Камской экономической зоны.

4. Невключенность природно-рекреационного потенциала в территориальное развитие КА. Не задействован историко-культурный потенциал районов в составе КА (за исключением Елабужского МР). Не сформированы планировочные каркасы агломерации, которые могли бы быть направлены на обеспечение потребностей агломерации.

5. Неблагополучная экологическая обстановка в результате деятельности нефтеперерабатывающих и химических производств городов Нижнекамск и Менделеевск.

Заключение

В статье последовательно решены поставленные задачи. В нормативно-правовых актах разного уровня четко определен промышленно-производственный потенциал и стратегическая значимость Камской агломерации, но мало уделяется внимания другим ресурсам и муниципальным районам в ее составе. Мероприятия федерального и регионального уровня сосредоточены преимущественно в зоне активного развития КА. Приоритетные федеральные, региональные, местные мероприятия в отношении КА позволяют территории

развиваться, однако отсутствие проектного предложения в отношении самой территории затрудняет работу с решением вопроса развития муниципальных районов в ее составе или составе Камской экономической зоны. Ретроспективный анализ позволил выделить устойчивый каркас системы расселения. Современная агломерация – продукт индустриализации 1960-х, и ее функциональный состав с тех пор мало изменился: города агломерации включены в списки моногородов. Поиск иных ресурсов, связанных как с развитием промышленности, так и с аспектами, связанными с переходом к постиндустриальной экономике, применением принципов устойчивого развития – может стать одним из способов повышения устойчивости системы.

В соответствии с выделенными в статье возможностями современного развития КА и ограничениями определены следующие направления преобразований и развития КА: трансформация и диверсификация специализации городов-ядер агломерации, развитие синергетического эффекта от сотрудничества; усиление идентичности городов-ядер агломерации; формирование устойчивого структурообразующего транспортного каркаса агломерации, включая развитие скоростных связей и строительство стратегических мостов; интенсивное развитие городов агломерации в границах существующих урбанизированных территорий, максимальная сохранность природных ландшафтов и земель сельскохозяйственного назначения; использование потенциала объектов культурного наследия исторических поселений городов Елабуга, Менделеевск, Мензелинск, Мамадыш, советского градостроительного наследия, существующего в планировке городов Нижнекамск, Набережные Челны в территориальном развитии агломерации; девелопмент территорий в санитарно-защитных зонах промышленных предприятий, нацеленный на формирование плотной и связанной городской среды.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Власова Н.Ю., Антипин И.А. Городские агломерации: история, современность, стратегические ориентиры // Известия Уральского государственного экономического университета. 2010. № 3 (29). С. 106–112.
2. Кудрявцев О.К. Расселение и планировочная структура крупных городов-агломераций. М., 1985. 136 с.
3. Владимиров В.В., Наймарк Н.И. Проблемы развития теории расселения в России: монография. М.: Редакция УРСС, 2002. 279 с.

4. Малоян Г.А. Агломерация – градостроительные проблемы. М.: АСВ, 2010. 120 с.

5. Гутнов А.Э., Лежава И.Г. Будущее города. М.: Стройиздат, 1977. 126 с.

6. Лаппо Г.М. Городские агломерации СССР – России: особенности динамики в XX веке // Удобное пространство для города. 2007. № 4–5. С. 6–9.

7. Мазаев А.Г. Отечественный опыт оптимизации Национальной системы расселения // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2017. № 3 (34). С. 20–25. DOI: 10.25628/UNIP.2017.34.8065.

8. Попов Р.А., Пузанов А.С., Полиди Т.Д. Контуры новой государственной политики по отношению к городам и городским агломерациям России // Всероссийский экономический журнал ЭКО. 2018. № 8 (530). С. 7–22. DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2018-8-7-22.

9. Пузанов А.С., Попов Р.А. Отражение вопросов развития городских агломераций в документах стратегического планирования и программных документах регионального и межмуниципального уровня. Ч. 1 // Муниципальное имущество: экономика, право, управление. 2019. № 1. С. 21–26.

10. Пузанов А.С., Попов Р.А. Отражение вопросов развития городских агломераций в документах стратегического планирования и программных документах регионального и межмуниципального уровня. Ч. 2 // Муниципальное имущество: экономика, право, управление. 2019. № 2. С. 28–31.

11. Дембич А.А., Орлова Н.Г., Ульянов Д.А. Набережные Челны – причины внепланового формирования системы полицентрического обслуживания в постсоветский период // Известия КГАСУ. 2021. № 1 (55). С. 85–95. DOI: 10.52409/20731523_2021_1_85.

12. Dembich A., Zakirova Yu., Orlova N., Khakimova T. Methodological principles of planning reorganization of the city of Naberezhnye Chelny during the development of the master plan-2022 // E3S Web of Conferences Volume 274 (2021). 2nd International Scientific Conference on Socio-Technical Construction and Civil Engineering (STCCE 2021). France, 2021. P. 1018. DOI: 10.1051/e3sconf/202127401018.

13. Республика Татарстан: история и современность / М.С. Гатин, И.А. Гилязов, З.С. Миннулин, А.Г. Ситдинов, Ф.Ш. Хузин, И.Р. Тагиров, Р.В. Шайдуллин. Казань: Татарское книжное издательство, 2018. 216 с.

14. Вайтенс А.Г., Барышникова Е.Е. Развитие водно-экологического каркаса в границах города Набережные Челны, Республика Татарстан // Градостроительство и архитектура. 2022. Т. 12, № 3(48). С. 119–123. DOI 10.17673/Vestnik.2022.03.16.

15. Закирова Ю.А., Хмельницкий Д.С. Модель формирования транспортного каркаса Камской агломерации // Известия КазГАСУ. 2019. № 4 (50). С. 141–153.

16. Закиева Л.Ф. Развитие внутриагломерационного рельсового пассажирского транспорта на примере Камской агломерации // Архитектура и строительство России. 2022. № 2(242). С. 40–43.

17. Dembich A., Zakirova Y., Latypova M. Resources and opportunities for the functional and spatial development

of the Kama agglomeration // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2021. V. 1079. N. 3. DOI: 10.1088/1757-899X/1079/3/032026.

REFERENCES

1. Vlasova N.Yu., Antipin I.A. Urban agglomerations: history, modernity, strategic guidelines. *Izvestiya Ural'skogo gosudarstvennogo jekonomicheskogo universiteta* [News of Ural State University of Economics], 2010, no. 3 (29), pp. 106–112. (in Russian)

2. Kudryavtsev O.K. *Rasselenie i planirovochnaja struktura krupnyh gorodov-aglomeracij* [Resettlement and planning structure of large agglomeration cities]. Moscow, 1985. 136 p.

3. Vladimirov V.V., Naimark N.I. *Problemy razvitiya teorii rasseleniya v Rossii* [Problems of the development of the theory of resettlement in Russia]. Moscow, Revision of URSS, 2002. 279 p.

4. Maloyan G.A. *Agglomeracija – gradostroitel'nye problemy* [Agglomeration - urban planning problems]. Moscow, ASV, 2010. 120 p.

5. Gutnov A.E., Lezhava I.G. *Budushhee goroda* [The future of the city]. Moscow, Stroyizdat, 1977. 126 p.

6. Lappo G.M. Urban agglomerations of the USSR - Russia: peculiarities of dynamics in the XX century. *Udobnoe prostranstvo dlja goroda* [Convenient space for the city], 2007, no. 4–5, pp. 6–9. (in Russian)

7. Mazaev A.G. Domestic experience in optimizing the National Resettlement System. *Akademicheskij vestnik UralNIiproekt RAASN* [Academic Bulletin UralNIproject RAASN], 2017. no. 3(34), pp. 20–25. (in Russian) DOI: 10.25628/UNIP.2017.34.8065

8. Popov R.A., Puzanov A.S., Polidi T.D. Contours of a new state policy in relation to cities and urban agglomerations of Russia. *Vserossijskij jekonomicheskij zhurnal JeKO* [All-Russian economic journal IVF], 2018, no. 8(530), pp. 7–22. (in Russian) DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2018-8-7-22

9. Puzanov A.S., Popov R.A. Reflection of issues of urban agglomerations development in documents of strategic planning and program documents of regional and inter-municipal level. Part 1. *Municipal'noe imushhestvo: jekonomika, pravo, upravlenie* [Municipal property: economics, law, management], 2019, no. 1, pp. 21–26. (in Russian)

10. Puzanov A.S., Popov R.A. Reflection of issues of urban agglomerations development in documents of strategic planning and program documents of regional and inter-municipal level. Part 2. *Municipal'noe imushhestvo: jekonomika, pravo, upravlenie* [Municipal property: economics, law, management], 2019, no. 2, pp. 28–31. (in Russian)

11. Naberezhnye Chelny - the reasons for the unscheduled formation of the polycentric service system in the post-Soviet period. *Izvestiya KGASU* [Izvestia KGASU], 2021, no. 1(55), pp. 85–95. (in Russian) DOI: 10.52409/20731523_2021_1_85

12. Dembich A., Zakirova Yu., Orlova N., Khakimova T. Methodological principles of planning reorganization of the city of Naberezhnye Chelny during the development of the master plan-2022. E3S Web of Conferences Volume 274 (2021). 2nd International Scientific Conference on Socio-Technical Construction and Civil Engineering (STCCE 2021). France. 2021. P. 1018. DOI: 10.1051/e3sconf/202127401018

13. Гатин М.С., Гилязов И.А., Миннулин З.С., Ситдииков А.Г., Хузин Ф.Ш., Тагиров И.Р., Шайдуллин Р.В. *Respublika Tatarstan: istoriya i sovremennost'* [Republic of Tatarstan: history and modernity]. Kazan, Tatar Book Publishing House, 2018. 216 p.

14. Vaitens A.G., Baryshnikova E.E. Development of water-ecological framework within the city of Naberezhnye Chelny, Republic of Tatarstan. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Planning and Architecture], 2022, vol. 12, no. 3(48), pp. 119–123. (in Russian) DOI 10.17673/Vestnik.2022.03.16

15. Zakirova Yu.A., Khmel'nitsky D.S. Model of the formation of the transport frame of the Kama agglomeration. *Izvestiya KGASU* [Izvestia KGASU], 2019, no. 4(50), pp. 141–153. (in Russian)

16. Zakirova Yu.A., Khmel'nitsky D.S. Model of the formation of the transport frame of the Kama agglomeration. *Arhitektura i stroitel'stvo Rossii* [Architecture and construction of Russia], 2022, no. 2(242), pp. 40–43. (in Russian)

17. Dembich A., Zakirova Y., Latypova M. Resources and opportunities for the functional and spatial development of the Kama agglomeration. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2021. V. 1079. N. 3. DOI: 10.1088/1757-899X/1079/3/032026

Об авторах:

ХАКИМОВА Тансылу Сахабутдиновна

аспирант
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, 1
E-mail: joknecht@mail.ru

KHAKIMOVA Tansylu S.

Postgraduate Student
Kazan State University of Architecture and Civil Engineering
420043, Russia, Kazan, Zelenaya str., 1
E-mail: joknecht@mail.ru

ЗАКИРОВА Юлия Александровна

кандидат архитектуры, доцент, доцент кафедры градостроительства и планировки сельских населенных мест
Казанский государственный архитектурно-строительный университет
420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, 1
E-mail: jzakirova@gmail.com

ZAKIROVA Yulia Al.

PhD in Architecture, Associate Professor, Associate Professor of the Urban Development and Rural Planning Chair
Kazan State University of Architecture and Civil Engineering
420043, Russia, Kazan, Zelenaya str., 1
E-mail: jzakirova@gmail.com

Для цитирования: Хакимова Т.С., Закирова Ю.А. Особенности современного территориально-пространственного развития Камской агломерации // Градостроительство и архитектура. 2024. Т. 14, № 1. С. 198–207. DOI: 10.17673/Vestnik.2024.01.23.

For citation: Khakimova T.S., Zakirova Yu.A. Features of Modern Spatial Development of the Kama Agglomeration. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2024, vol. 14, no. 1, pp. 198–207. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2024.01.23.