

ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

ISSN 2542-0151

№ 1 Т. 11
2021

URBAN CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ



САМАРА

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

ISSN 2542-0151

ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

URBAN CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
Т. 11, № 1

САМАРА
2021

УДК 71+72

Градостроительство и архитектура=Urban construction and architecture. 2021. Т. 11, № 1. 176 с.

Учредитель:

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

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

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

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

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

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

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

Executive Secretary – PhD in Philology M.S. DOSKOVSKAYA

Editorial Board

S.Yu. ANDREEV, D. Eng., Prof. (Penza)
I.I. ARTYUKHOV, D. Eng., Prof. (Saratov)
Е.А. АХМЕДОВА, D. Arch., Prof.
Y.P. BOCHAROV, D. Arch., Prof. (Moscow)
A.L. VASILYEV D. Eng., Ass. Prof. (N. Novgorod)
V.V. VAKHINA, D. Eng., Prof. (Tolyatti)
A.L. GELFOND, D. Arch., Prof. (N. Novgorod)
V.P. GENERALOV, PhD in Architecture, Prof.
A.I. DANILUSHKIN, D. Eng., Prof.
V.N. ELISTRATOV, D. Eng., Prof. (Sa. Petersburg)
V.N. ZENTSOV, D. Eng., Prof. (Ufa)
T.V. KARAKOVA, D. Arch., Prof.
A.A. KUDINOV, D. Eng., Prof.
I.V. LIPATOV, D. Eng., Ass. Prof. (N. Novgorod)
N.D. POTIENKO, PhD in Architecture, Ass.Prof.
A.A. PROKOPOVICH, D. Eng., Ass. Prof.

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

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

Журнал включен с 01.12.2015 г. в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий,

в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций

на соискание ученой степени доктора и кандидата наук

Журнал индексируется в системе РИНЦ

Каждой статье присваивается идентификатор цифрового объекта DOI

Индекс журнала в Объединенном каталоге «Пресса России»: И70570

Научное издание

Редактор Г.Ф. Коноплина

Корректор М.В. Веселова

Подписано в печать 15.03.2021. Выпуск в свет 29.03.2021.

Формат 60х90 1/8. Бумага офсетная.

Печать офсетная. Печ. л. 22. Тираж 300 экз. Заказ № 1938

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

Телефон: (846) 242-36-98

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

Отпечатано в типографии ООО «Слово»:

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

Содержание

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

- 4 **Алексеев В.Н., Жиленко О.Б.** Сохранение аутентичности и приспособление объекта культурного наследия – компромисс или конфликт
- 18 **Мордовский С.С., Киселёва А.А.** История появления формулы Эйлера. Вопросы устойчивости сжатых железобетонных элементов
- 26 **Прокопович А.А., Бузовская Я.А.** Моделирование напряженно-деформированного состояния изгибаемых железобетонных элементов в зонах чистого и поперечного изгиба
- 34 **Тошин Д.С., Хутова Е.Э., Астаева Ю.В.** Прочность и жесткость железобетонных балок, изготовленных на экспериментальном бетоне завода ЖБИ

ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ

- 39 **Вытчиков Ю.С., Сапарёв М.Е., Голиков В.А., Сафронов Е.Г.** Оптимизация теплозащитных характеристик ограждающих конструкций загородных коттеджей
- 46 **Костуганов А.Б., Демидочкин В.В.** Определение средней температуры стенки пластины в рекуперативном теплообменнике с гофрированной сетчатой вставкой

ВОДОСНАБЖЕНИЕ, КАНАЛИЗАЦИЯ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

- 56 **Анциферов А.А., Чиркова Е.В., Кучеренко М.Н.** Устранение ударов при закрытии дискового затвора на дренаже горизонтальных отстойников
- 63 **Степанов С.В., Солкина О.С., Авдеенков П.П., Беляков А.В., Степанов А.С.** Механические и физико-химические методы очистки сточных вод рыбоперерабатывающей промышленности
- 72 **Цабилев О.В., Джонсон Грэг.** Результаты пилотных испытаний технологии VSEP на примере очистки загрязненных кислых промывочных вод нанофильтрацией

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

- 79 **Doroshko G. P.** Conditions of discrete convergence of structures synthesis models in metal and non-metals compositions

ГИДРОТЕХНИЧЕСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

- 87 **Евдокимов С.В., Бекин Н.В.** Анализ метода определения оптимального объема аккумулирующего водоема для энергокомплекса в составе ВЭС–ГАЭС

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

- 91 **Балькин В.М., Фролова И.Г.** Восстановление перекрытия деревянного бревенчатого здания при реставрации
- 96 **Гранстрем М.А., Золотарёва М.В.** Специфика архитектурно-пространственной организации Петроградской стороны Санкт-Петербурга
- 103 **Данилова Э.В.** Концепция коллажного города Колина Роу и Фреда Кеттера в контексте современной теории архитектуры
- 110 **Монастырская М.Е.** «Реслободизация» городов – эффективный ответ на эпидемиологический вызов современности. Часть I: общие положения, гипотеза исследования
- 118 **Пономаренко Е.В.** Московское влияние в архитектуре сельских церквей классицизма в Среднем Поволжье
- 125 **Пономаренко Е.В., Карасёв Ф.В.** Архитектура сельских домов церковнослужителей XIX – начала XX века в Среднем Поволжье и на Южном Урале
- 132 **Сидорова А.В.** Развитие дорегулярной пространственно-планировочной структуры города Тотьмы

- 143 **Филиппов В.Д.** Практика модернизма Ирвинга Джона Гилла

АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. ТВОРЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ АРХИТЕКТУРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

- 160 **Генералов В.П., Генералова Е.М.** Образ жизни, архитектура и качество городской среды
- 169 **Шлиенкова Е.В., Долгова А.В.** Ассоциативный ландшафт в пространстве визуально-семиотического опыта
- 175 **ПРАВИЛА ПОДГОТОВКИ
И ПРЕДСТАВЛЕНИЯ РУКОПИСЕЙ**

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ



УДК 719:7.025

DOI: 10.17673/Vestnik.2021.01.1

В. Н. АЛЕКСЕЕНКО
О. Б. ЖИЛЕНКО

СОХРАНЕНИЕ АУТЕНТИЧНОСТИ И ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ОБЪЕКТА КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ – КОМПРОМИСС ИЛИ КОНФЛИКТ

PRESERVATION OF AUTHENTICITY AND ADAPTATION OF AN OBJECT OF CULTURAL HERITAGE – COMPROMISE OR CONFLICT

Рассматривается вопрос проведения ремонтно-реставрационных работ объекта культурного наследия XIX века «Здание Дворянского собрания» в г. Симферополе и его приспособление к новому функциональному назначению с сохранением аутентичности. Как правило, изначальное назначение здания утрачивает актуальность, приспособление объекта к новым функциям, порой, единственный способ сохранить объект культурного наследия. Такие объекты нуждаются в комплексном подходе не только в оценке технического состояния, с обеспечением достаточного уровня безопасной эксплуатации, но и комплексных микроклиматических исследованиях для обеспечения комфортного будущего использования. Приспособление объекта культурного наследия с недооценкой микроклиматических параметров приводит к конфликту аутентичности и комфорта. В статье представлены результаты обследования объекта культурного наследия XIX века «Здание Дворянского собрания» в г. Симферополе с оценкой его технического состояния. Разработаны рекомендации по усилению несущих конструкций здания, позволяющие обеспечить дальнейшую безопасную эксплуатацию, при этом сохранив его аутентичность.

Ключевые слова: объект культурного наследия, здание, конструкции, восстановление, усиление, аутентичность, новое функциональное назначение

The issue of carrying out repair and restoration works of the cultural heritage object of the XIX century “Building of the Noble Assembly” in Simferopol and its adaptation to a new functional purpose with the preservation of authenticity is considered. As a rule, the original purpose of the building loses its relevance, the adaptation of the object to new functions is sometimes the only way to preserve the object of cultural heritage. Such objects need an integrated approach not only in assessing the technical condition, ensuring a sufficient level of safe operation, but also in complex microclimatic studies to ensure a comfortable future use. Adaptation of a cultural heritage site with underestimation of microclimatic parameters leads to a conflict of authenticity and comfort. The article presents the results of a survey of the 19th century cultural heritage site “The Building of the Noble Assembly” in Simferopol with an assessment of its technical condition. Recommendations have been developed for strengthening the load-bearing structures of the building, allowing for further safe operation, while maintaining its authenticity.

Keywords: cultural heritage site, building, structures, restoration, strengthening, authenticity, new functional purpose

Сохранение объектов культурного наследия – одна из приоритетных задач Республи-

ки Крым. Восстановление, усиление, ремонт и приспособление к новому назначению ста-

ринных зданий, расположенных в центре города, – вопросы, сохраняющие свою актуальность на протяжении многих лет [1–10].

Соотношение приоритетов сохранения аутентичности объекта культурного наследия и функционального комфорта при приспособлении его для современного использования всегда очень сложно и вариативно. Решение этой задачи, как правило, – компромисс. Точное соблюдение всех требований нормативных документов, регламентирующих реставрационные работы и современные требования к общественным зданиям, весьма затруднительно. Оптимум целесообразно находить в плоскости будущего функционального назначения приспособляемого объекта культурного значения.

Целью работы является:

- определение перспективы сохранения аутентичности объекта культурного наследия XIX в. «Здание Дворянского собрания» в рамках реализации задачи приспособления его к новой функции студенческого театра;

- поиск компромиссных решений, позволяющих обеспечить соблюдение требований действующих нормативных документов по охране культурного наследия, обеспечению надежности, безопасности эксплуатации и сейсмостойкости зданий [11–19].

Изначально здание представляло собой в XIX столетии некий общественный центр Симферополя. Отдыхающим предоставлялась возможность освежиться шампанским и проследовать в танцевальный и карточный залы. В период СССР в здании располагалась областная библиотека с читальными залами. При приспособлении здания дворянского собрания в библиотеку в прошлом веке не только была существенно нарушена аутентичность объекта неудачной перепланировкой прекрасной анфилады залов в небольшие комнатки и коридорчики отделов книгохранения и администрации, но и читальный зал был крайне неудобным для работы по уровню освещенности, воздухообмену и отоплению. Конфликт аутентичности и приспособления проявился в полной мере, при этом комфортное использование объекта культурного наследия отсутствовало.

Вариативным исследованием параметров объекта культурного наследия, непременно восстановлением изначальной анфиладной планировки, учетом фактических параметров зрительной работы, относительной влажности и скорости движения воздуха установлена целесообразность приспособления здания дворянского собрания в студенческий театр.

Строительная площадка, на которой был возведен обследуемый объект, находится в цен-

тральной части Симферополя. Рельеф – спокойный, без значительного перепада высот.

Строительная площадка находится в климатическом районе со следующими характеристиками: по весу снегового покрова – 1,0 кПа; по ветровому давлению – 0,5 кПа; климатический район строительства – V; расчетная зимняя температура наружного воздуха – 22 °С. Участок, на котором расположено здание, отнесен к району с расчетной сейсмичностью 7 баллов [20].

Здание двухэтажное с подвалом под частью здания, Г-образное в плане. Общие габаритные размеры 34,1×30,15 м. Часть здания в осях 2-5/А-Б двухэтажная. В остальных частях здание – одноэтажное. В осях 2-5/Б-В устроен парадный двухсветный зал. Высоты помещений первого этажа составляют 4,6; 5,2; 5,4 м. Высота помещений второго этажа – 3,57 м. Высота помещения парадного двухсветного зала – 9,02 м. Высота помещения подвала – 1,73 м.

Пространственная жесткость здания обеспечивается системой продольных и поперечных каменных стен, объединенных деревянными стропильными конструкциями крыши.

Судя по существенным различиям в системах и материалах каменных кладок стен, здание в процессе его эксплуатации периодически реконструировалось с расширением площадей. Изначально одноэтажное здание было возведено в существующих на сегодняшний день пределах осей 2-5/А-В. Позднее выполнены пристройки в осях 1-2/А-Г; 5-6/А-Г; 2-6/В-Г и 2-3/Г-Д. Под частью помещения в осях 5-6/В-Г был устроен подвал и приямок входа со стороны наружной стены по оси Г.

Вид главного фасада здания по состоянию на март 2017 г. представлен на рис. 1.

Фундаменты здания ленточные. Вскрытие фундаментов стен по осям Г и Б выявило следующие габаритные размеры. Расчетная ширина подошвы фундамента несущей стены составляет 800 и 1100–1200 мм соответственно. Глубина заложения 700 мм. Фундамент выполнен из камней постелистого бута высотой 200–300 мм на сложном глиняно-песчаном растворе. Глубина заложения фундамента выше пола подвала на 500–600 мм.

Вскрытие фундаментов стены по осям 1 и 2 выявило следующие габаритные размеры. Расчетная ширина подошвы фундамента несущей стены составляет 800–900 и 900–1000 мм соответственно. Глубина заложения 700 мм от уровня пола. Фундамент выполнен из рваных камней постелистого бута высотой 200–300 мм на сложном известково-песчаном растворе.

Дефектами конструкций фундаментов является отсутствие гидроизоляции, локальные закладки фундамента жженым кирпичом

(рис. 2), разрушение отдельных элементов размораживанием с уменьшением локальных сечений до 20 % (рис. 3), пустошовка, свидетельствующая о многолетних процессах фильтрации атмосферных и техногенных вод. Трещинообразование в стене по оси 1 диагностирует развитие неравномерных осадок ее фундамента.

Для подтверждения диагностики технического состояния фундаментов выполнены поверочные расчеты фундаментов стен, отличающихся по уровню нагружения, периодам возведения и физико-механическим характеристикам материалов. Расчетные схемы приняты в соответствии с габаритными размерами фундаментов. Результаты поверочных расчетов фундаментов представлены в табл. 1.

Техническое состояние фундаментов стен по осям А, Г, 1, Д диагностируется как недопустимое. Техническое состояние фундаментов остальных стен здания диагностируется как ограниченно работоспособное. Несущая способность фундаментов по осям Б и В в соответ-

ствии с требованиями действующих нормативных документов не обеспечена.

При отсутствии чердачных перекрытий и временных нагрузок на покрытии дефицитов несущей способности фундаментов стен по осям Б и В по телу кладки нет. Несмотря на это процессы неравномерных осадок грунтов оснований стен по осям 1, Г и Д не прекращаются. Основной причиной появления дефектов является беспрепятственное проникновение влаги вследствие замачивания грунтов атмосферными осадками и утечками из водонесущих коммуникаций. Гидроизоляция отсутствует, что приводит к увлажнению кладки.

Достаточность расчетной ширины подошвы фундаментов необходимо уточнить на основании современных инженерно-геологических изысканий грунтов оснований бурением. Рекомендуется усиление стен по осям 1, А, Г и Д железобетонными рубашками и радикальное снижение веса чердачных перекрытий и крыши. При невозможности снижения веса – усилить



Рис. 1. Здание Дворянского собрания, XIX век, г. Симферополь, по состоянию на март 2017 г.



Рис. 2. Вид вскрытия фундамента стены здания Дворянского собрания по оси Г



Рис. 3. Вид цокольной части стены здания Дворянского собрания по оси А

Таблица 1

Результаты поверочных расчетов фундаментов

Показатель	Расчетное сопротивление кладки сжатию		Полная нагрузка, кгс/п.м	Давление под подошвой фундаментов, кгс/см ²	Превышение расчетного сопротивления кладки сжатию, %	Примечания
	МПа	кгс/см ²				
Фундамент стены по оси В	0,14	1,43	21860,8	1,82	21	При отсутствии чердачных перекрытий и временных нагрузок на покрытии дефицитов несущей способности по телу кладки нет
Фундамент стены по оси 1	0,20	2,04	13256,9	1,66	0,00	–
Фундамент стены по оси Б	0,14	1,43	19327,9	1,61	11	При отсутствии чердачных перекрытий и временных нагрузок на покрытии дефицитов несущей способности по телу кладки нет

фундаменты всех несущих стен. Рекомендовано усиление кладки фундаментов напорным инъецированием пустошовки, устройство гидроизоляции, организация поверхностного стока осадков от стен здания с отводом в ливневую канализацию. Выполнить ревизию водонесущих коммуникаций, находящихся в непосредственной близости от стен здания, с принятием взвешенного технического решения об их замене или переносе.

Особенностью кладки являются различия в исполнении стен, обусловленные разными периодами возведения основного здания и пристроек к нему.

Большинство стен здания выполнены бутовой кладкой из рваных камней известняка высотой ряда от 150 до 300 мм. В качестве кладочных растворов применены три типа – глиняно-песчаная смесь, известково-песчаная смесь и известково-песчаная смесь с добавлением цемента.

Наблюдается кладка стен из камней чистой и получистой тески известняка Инкерманского и Евпаторийского месторождений, значительно различающихся по прочности на сжатие. Фрагментарно в стенах применена кладка элементов печного отопления из кирпича-сырца низкой прочности.

Устройство углов здания камнями чистой тески и рядовая забутовка рваным камнем на известково-песчаном растворе (рис. 4) не позволяют корректно применять какую-либо интегральную прочность кладки стен. Целесообразно использовать наиболее осторожные значения прочности камней и раствора кладки, определенные разрушающим испытанием образцов, отобранных из тела стен (рис. 5, 6).



Рис. 4. Вид вскрытия стены здания Дворянского собрания по оси Г



Рис. 5. Определение объемного веса и влажности образцов, отобранных в здании Дворянского собрания, изготовленных из фрагментов камней и раствора, отобранных из кладок стен

Перемычки ряда оконных проемов выполнены клинчатыми арочными. Перемычки дверных проемов – деревянными.

Вскрытие несущих колонн второго этажа по оси Б выявило составную деревянную конструкцию из четырех деревянных брусков сечением 110x130 мм, оштукатуренную по дранке, фрагментарно облицованную кирпичом.

Перегородки второго этажа выполнены деревянными каркасными, оштукатурены по дранке. Перегородки первого этажа выполнены кладкой из жженого кирпича на цементно-песчаном растворе. Какие-либо антисейсмические усиления стен и перегородок отсутствуют.

Прочность камней бутовой кладки стен основного здания в осях 2-5-А-В в основном соответствует марке по прочности на сжатие М50-М75. Прочность раствора в основном соответствует марке по прочности на сжатие от М0.5 до М1.5.

Прочность камней бутовой кладки стен пристройки в осях 1-2-А-Д в основном соответствует марке по прочности на сжатие М50-М75. Прочность раствора в основном соответствует марке по прочности на сжатие от М4.

Прочность камней чистой тески Евпаторийского месторождения кладки стен пристройки в осях 5-6-А-Г и 3-6-В-Г, 2-3-Г-Д в основном соответствует марке по прочности на сжатие М7-М10. Прочность раствора в основном соответствует марке по прочности на сжатие М4.

Низкая прочность камней пильного известняка Евпаторийского месторождения в пределах соответствия марке по прочности на сжатие М7-М10 является (наряду с размерами камней, не соответствующими более позднему техническим условиям) наглядным свидетельством применения ручного немеханизированного способа тески слабых пород известняка-ракушечника в XIX в.

Стены здания оштукатурены известково-песчаным раствором толщиной слоя от 30 до 60 мм.

Основными дефектами стен является разрушение перемычек стен, трещинообразование стен по осям 1, А, Г, Д с шириной раскрытия более допускаемых значений. В стене по оси Д при вскрытии обнаружена стальная полоса, горизонтально разделившая кладку (рис. 7). Пространственная жесткость стены нарушена. Габаритные размеры простенков не соответствуют требованиям действующих норм.

Расстояния между стенами и их высоты не соответствуют требованиям действующих норм. Антисейсмическое усиление стен и перегородок отсутствует.

Позднее пристроенные к основному зданию помещения были возведены без каких-ли-



Рис. 6. Разрушающее определение прочности образцов, отобранных в здании Дворянского собрания, изготовленных из фрагментов камней и раствора, отобранных из кладок стен



Рис. 7. Вид вскрытия стены здания Дворянского собрания по оси Д

бо деформационных или осадочных швов между стенами старой и новой построек. Вскрытие сопряжений продольных и поперечных стен в зонах сопряжений основного здания и пристроек выявило полное отсутствие перевязок швов. В кладке наблюдаются разрывы и пустоты, не проявившиеся на чистовых поверхностях штукатурных слоев.

Демонтаж конструкции балкона с устройством сквозных штраб существенно уменьшил жесткость «из плоскости» стен второго этажа. Основные дефекты стен и вид испытания прочности нормального сцепления в кладке представлены на рис. 8, 9.

Для подтверждения диагностики технического состояния стен выполнены поверочные расчеты элементов стен, отличающихся по уровню нагружения, периодам возведения и физико-механическим характеристикам

материалов. Расчетные схемы приняты в соответствии с габаритными размерами стен. Итоги результатов поверочных расчетов представлены в табл. 2.

При действии фактических статических нагрузок стены находятся в предельном состоянии равновесия. При изменении баланса горизонтальных нагрузок или непрогнозируемого снижения пространственной жесткости здания реально угроза фрагментарного обрушения.

Сейсмостойкость стен, в соответствии с требованиями действующих нормативных документов, не обеспечена.

Основными причинами появления дефектов является физический износ, неоднократные пристройки к основному зданию без устройства деформационных швов, беспрепятственное проникновение влаги вследствие замачивания атмосферными осадками и утечками из водонесущих коммуникаций. Техническое состояние стен диагностируется как недопустимое.

При проведении мероприятий по восстановлению и усилению зданий рекомендуется:

- демонтаж и замена перегородок на новые из легких эффективных материалов;
- демонтаж штукатурных слоев с предварительным устройством страховочных рам, исключающих внезапную потерю устойчивости узких простенков;
- заделка штраб кладки бетонированием с предварительным устройством армирования, закрепленного к камням клеиваемыми анкерами;
- усиление кладки стен напорным иньектированием;
- усиление арочных перемычек и узких простенков стены по оси 1 обоймами из стального углового проката;
- усиление перемычек дверных проемов парными обоймами из стального проката;
- новая штукатурка с применением сеток из стальных стержней;
- устройство вертикальных рам усиления стен, повышающих пространственную жесткость;
- устройство внутренних заменяющих рам, компенсирующих превышение допустимых



Рис. 8. Вид разрушения карнизной части стены здания Дворянского собрания в осях 2-Д



Рис. 9. Вид испытания прочности нормального сцепления в кладке здания Дворянского собрания

Таблица 2

Результаты поверочных расчетов стен

Показатель	Расчетное сопротивление кладки сжатию		Полная нагрузка, кгс/п.м	Напряжение сжатия в нижнем обрезе стены, кгс/см ²	Превышение расчетного сопротивления кладки сжатию, %	Примечания
	МПа	кгс/см ²				
Стена по оси В	0,25	2,55	20169,9	2,52	0,00	Сейсмостойкость не обеспечивается
Стена по оси 1	0,23	2,35	11988,7	1,49	0,00	Сейсмостойкость не обеспечивается
Стена по оси Б	0,25	2,55	17637,0	2,20	0,00	Сейсмостойкость не обеспечивается

(действующими нормами) расстояний между поперечными стенами;

- устройство стальных поясов в трех уровнях по высоте стен в целях компенсации отсутствующих антисейсмических усилений кладки.

Косоуры лестницы выполнены рельсами типа IV российского нормального метрического сортамент [21]. Ступени лестницы выполнены из цельных камней чистой и получистой тески известняка Инкерманского месторождения. Габаритные размеры ступеней 1000×300×140 мм. Для придания износостойкости ступени были облицованы стальной плиткой и применены кольца для закрепления по верху коврового покрытия. Ограждения лестницы выполнены из металлических прутков художественного литья, заделанных в тело ступеней. Ступени уложены непосредственно на косоуры, устроенные в виде перевернутых на 180° железнодорожных рельс широкой колеи. Площадки лестницы изначально были выполнены по деревянным балкам. В настоящее время – бетонные с облицовкой плиткой.

Вскрытие косоуров лестницы выявило коррозию металла в начальной стадии. ОпираНИЕ лобовой балки в уровне второго этажа составляет 100 мм, что является недостаточным в соответствии с требованиями норм. Вскрытие площадки выявило гниение деревянных балок. Устроенный в период последнего ремонта бетонный пол площадки выполнен без каких-либо гидроизоляционных покрытий. Продухи и отдушины для долговечной эксплуатации деревянных конструкций площадок отсутствуют.

При действии фактических статических нагрузок площадки лестниц находятся в предельном состоянии равновесия. При изменении баланса вертикальных нагрузок или действии полных расчетных нагрузок реально угроза фрагментарного обрушения площадок из-за подверженных гниению деревянных балок. Площадка опирания лобовой балки лестницы второго этажа на стену недостаточна. Основными причинами появления дефектов является физический износ, отсутствие продухов и отдушин, приведшее к гниению деревянных несущих конструкций площадок. Техническое состояние лестницы ограничено работоспособное.

Рекомендуется:

- увеличить длину опирания лобовой балки площадки второго этажа на стену;

- целесообразно предусмотреть дополнительное закрепление горизонтальными анкерами через стену;

- демонтировать площадки и заменить деревянные балки, устроить новый пол;

- выполнить ревизию соединений косоуров и лобовых балок, при необходимости усилить постановкой накладок из полосовой стали;

- выполнить ревизию сопряжений декоративных стоек ограждения со ступенями лестницы. При необходимости усилить;

- при выполнении декоративных навесных покрытий лестницы снизу предусмотреть устройство отдушин и продухов для вентиляции стальных косоуров;

- заблаговременно выполнить антикоррозионное и огнезащитное покрытие стальных косоуров;

Междуэтажное перекрытие между первым и вторым этажами в осях А-Б-3-6 выполнено деревянными конструкциями. Расчетная схема – свободно опертые балки пролетом 5300 мм. Сечение балок 220×190 мм. Расчетный шаг балок 1000 – 1100 мм, расстояние в свету между балками 880 – 900 мм. Установлено применение древесины как хвойных, так и лиственных пород. Полы выполнены из половой доски толщиной 54 – 50 мм. Промежуточный настил по черепным (50×50 мм) брусьям из досок хвойных пород толщиной 50 мм. Засыпка из смеси строительного мусора, песка, грунта и известии толщиной слоя 120 мм. К нижней поверхности балок подшит сплошной накат из досок толщиной 30 мм, по ним устроена известково-песчаная штукатурка по дранке, среднезвешенная толщина 50 мм.

Чердачные перекрытия (рис. 10) в период проведения обследования – демонтированы.

Перекрытие подвала выполнено монолитным железобетонным на много позднее периода возведения здания.

Основными дефектами перекрытия является ощутимая зыбкость, усадочные трещины в зоне сопряжений потолка первого этажа и стен, заметный прогиб полов при прохождении группы людей (5 чел.), достигающий 30 мм. В полах помещений на втором этаже наблюдаются мелкие повреждения и незначительная



Рис. 10. Вид балок чердачного перекрытия здания Дворянского собрания

усушка отдельных половых досок. Щели между клепками досками достигают 3 мм. Наблюдается отставание отдельных досок от балок перекрытия.

В пяти зондажах перекрытий второго этажа обнаружены следы жизнедеятельности жуков-древоточцев и гнили.

Толщина перекрытия подвала составляет 100 мм. Прочность бетона соответствует классу по прочности на сжатие от В10 до В12,5, что не соответствует действующим нормам для конструкций подобного типа. Техническое состояние перекрытий оценивается как неудовлетворительное [22].

В качестве первоочередных мер необходимо разгрузить перекрытия от постоянных нагрузок, создаваемых половыми досками, засыпками и штукатуркой; ограничить количество находящихся людей в помещениях второго этажа; организовать постоянный мониторинг технического состояния потолков первого этажа. Для устранения чрезмерной зыбкости перекрытия рекомендуется усилить балки и перестелить настил.

Крыша выполнена из деревянных ферм. В период выполнения обследования часть элементов стропильных ферм усилены (рис. 11). Соединение элементов стропильных ферм выполнено на гвоздях и стальных забивных анкерах.

Кровля выполнена из асбоцементных волнистых листов по обрешетке из деревянных брусков сечением 50х50 мм. Шаг обрешетки 500–750 мм. Крепление обрешетки к элементам стропильных ферм – на гвоздях. Крепление асбоцементных листов к обрешетке – на гвоздях.

Основными дефектами несущих конструкций крыши являются повреждения гнилью, древоточцами, раскрытие продольных трещин, значительно снижающих продольную

устойчивость отдельных элементов. Огне- и биозащита древесины отсутствует. Закрепление стропильных конструкций к кладке стен отсутствует или выполнено весьма ненадежно. Стальные элементы подвержены интенсивной коррозии. Наблюдается выпадение гвоздей, имеющих четырехгранное поперечное сечение. Асбоцементные листы повреждены отверстиями и трещинами. Крепление листов к брускам обрешетки ослаблено. Часть элементов обрешетки подвержена интенсивному гниению. Техническое состояние крыши – недопустимое.

Расчет элементов стропильных конструкций, имеющих дефекты в виде гниения древесины и повреждений жуком-древоточцем, нецелесообразен, так как очевиден отрицательный результат. При этом следует подчеркнуть необходимость применения понижающего коэффициента к расчетному сопротивлению древесины при сроке эксплуатации сооружения более 100 лет – 0,8. Кроме того, в соответствии с [20] выполнение расчетов таких конструкций без обязательного выполнения конструктивных антисейсмических мероприятий не допускается.

Общее состояние кровли и крыши оценивается как недопустимое. Причиной появления дефектов является: отсутствие необходимого количества отдушин и продухов, что привело к поражению древесины конструктивных элементов гнилью; некачественное выполнение кровли из асбоцементных листов; многолетние протечки кровли и физический износ.

Рекомендуется частичная замена несущих конструкций крыши и полная замена кровли. Необходимо заменить утеплитель на чердачных перекрытиях, световые фонари и слуховые окна крыши. Рекомендуется устройство вентканалов и дополнительных средств вентиляции крыши; заделка швов в кладке парапетов, скрытых чердачным перекрытием.



Рис. 11. Вид несущих конструкций крыши здания Дворянского собрания

Для приспособления здания Дворянского собрания в студенческий театр рассматривались варианты реставрационных работ, в наименьшей степени искажающие аутентичность объекта. Для принятия взвешенного технического решения рекомендуется использовать графические приемы анализа, позволяющие в единицу времени оценивать соотношение параметров здания, требуемых для приспособления.

Для определения технической возможности, исключающей некомпетентные волонтаристские подходы или наоборот необоснованные запреты, предлагается алгоритм принятия и оценки реставрационных решений (рис. 12, табл. 3). Формализация принятия подобных сложных системных решений требует корректировки реставрационных норм с внесением новых, проявляющихся в настоящее время вызовов и конфликтов.



Рис. 12. Алгоритм оценки и принятия реставрационных решений

Таблица 3

Ключевая таблица к алгоритму оценки и принятия реставрационных решений

1	1.1	Допускаемое снижение равномерно распределенных нагрузок		
	1.2	Ограничения по режиму эксплуатации	1.2.1	Режим ограничения группового посещения
			1.2.2	Принятие решения о возможности функционального перепрофилирования здания
			1.2.3	Режим экспозиции

Продолжение табл. 3

2	2.1	Фундаменты	2.1.1	Усиление стен железобетонными рубашками Усиление кладки фундаментов Организация поверхностного стока осадков Ревизия водонесущих коммуникаций
	2.2	Стены, перегородки, перемычки	2.2.1	Демонтаж и замена перегородок на новые из легких эффективных материалов Усиление кладки стен арочных перемычек, дверных проемов Устройство стальных поясов в трех уровнях по высоте стен
	2.3	Перекрытия	2.3.1	Разгрузка перекрытия от постоянных нагрузок Ограничить количество людей, находящихся в помещениях 2-го этажа Организовать постоянный мониторинг технического состояния потолков 1-го этажа Усилить балки и перестелить настил
	2.4	Лестница	2.4.1	Увеличить длину опирания лобовой балки площадки второго этажа на стену Демонтаж площадки и замена деревянных полов Ревизия соединения косоуров и лобовых балок Антикоррозионное и огнезащитное покрытие стальных косоуров
	2.5	Крыша	2.5.1	Замена кровли, деревянной обрешетки, замена несущих конструкций, замена балок чердачных перекрытий, замена утеплителя на чердачных перекрытиях Замена световых фонарей и слуховых окон крыши Устройство дополнительных средств вентиляции крыши Устройство вентканалов Заделка швов в кладке парапетов, скрытых чердачным перекрытием
3	3.1	Увеличение прочности здания		
	3.2	Увеличение свойств рассеивания энергии колебаний		
	3.3	Изменение механизма возможного разрушения		
	3.4	Устранение нерегулярности, асимметрии структур несущего остова		
4	4.1	Температура воздуха		
	4.2	Скорость движения воздуха		
	4.3	Относительная влажность воздуха		
	4.4	Результирующая температура помещений		
5	5.1	Обеспечение параметров естественного освещения		
	5.1	Обеспечение параметров искусственного освещения		

6	6.1	Возможность эвакуации людей		
	6.2	Наличие устройств обнаружения пожара		
	6.3	Соблюдение противопожарных правил		
	6.4	Наличие и исправное содержание средств борьбы с пожаром		
	6.5	Противопожарные преграды должны быть класса КО		
	6.6	Применение строительных конструкций с соответствующими классами пожарной опасности и пределом огнестойкости		
	6.7	Применение специальных огнезащитных составов и облицовок для повышения огнестойкости		
	6.8	Обеспечение возможности проезда пожарной техники		

Выводы. 1. Восстановление объектов культурного наследия, а также приспособление их к новому назначению является одним из приоритетных направлений государственной политики. Осуществление поставленных задач требует выполнения объективного исследования технического состояния объекта и микроклиматических параметров для разработки инженерных решений, позволяющих осуществить восстановление работоспособности конструкций с сохранением аутентичности объекта.

2. Состояние несущих конструкций объекта культурного наследия XIX века «Здание Дворянского собрания» в г. Симферополе диагностируется как ограниченно работоспособное и недопустимое и требует усиления с частичной заменой деревянных элементов перекрытий и крыши.

3. Приспособление к новому назначению «Студенческий театр» в рамках ремонтно-реставрационных работ объекта культурного наследия XIX века «Здание Дворянского собрания» в г. Симферополе с сохранением его аутентичности, однако, требует комплексного подхода к разработке инженерных решений по усилению несущих конструкций с обеспечением допустимого уровня сейсмобезопасности.

4. Конфликты аутентичности и приспособления проявляются при принятии решений, не учитывающих особенности нового функционального назначения и физические параметры (определяющие в том числе и микроклиматические условия) объекта культурного наследия. В этих конфликтах утрачивается как аутентичность объ-

екта культурного наследия, так и эксплуатационный комфорт после приспособления.

5. Для исключения некомпетентных волонтеристских подходов при принятии решений о приспособлении объектов культурного наследия необходима формализация этого процесса. Экспертному сообществу необходимо внести соответствующие коррективы в положения реставрационных норм с учетом преодоления современных вызовов и конфликтов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алексеев В.Н., Жиленко О.Б. Проектирование, строительство и эксплуатация зданий в сейсмических районах. М.: ИНФРА-М, 2021. 226 с. DOI 10.12737/1000210 [Электронный ресурс] URL: <https://znanium.com/catalog/product/1000210> (дата обращения: 09.11.2020). Режим доступа: по подписке.

2. Епифанов С.В. Особые случаи приспособления объектов культурного наследия // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2015. № 4. С. 64–69.

3. Бердюгина Ю.М., Курашов Ю.Ю. Разработка критериев статуса объекта культурного наследия (ч. 2) // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2015. № 4. С. 64–69.

4. Бойко М.Д. Диагностика повреждений и методы восстановления эксплуатационных качеств зданий. Л.: Стройиздат, Ленингр. отд-ние, 1975. 336 с.

5. Алексеев В.Н., Жиленко О.Б. Сейсмостойкость памятников архитектуры на обводненных грунтах // Геотехника Беларуси: наука и практика. Минск, 2013. С. 3–11.

6. Панюков Э.Ф., Алексеев В.Н., Жиленко О.Б. Особенности научно-реставрационных исследова-

ний памятников архитектуры Крыма // Строительство и техногенная безопасность. Симферополь: НАПКС, 2011. Вып. 35. С. 220–227.

7. Алексеенко В.Н., Жиленко О.Б. Сохранение памятников архитектуры в сейсмоопасных районах // Устойчивая архитектура: настоящее и будущее. М., 2012. С. 620–628.

8. Алексеенко В.Н., Жиленко О.Б. Особенности обследовательских работ и оценки сейсмостойкости здания XIX века постройки // Международный научный институт «Educatio». Новосибирск, 2015. № 3(10). С. 45–49.

9. Алексеенко В.Н., Жиленко О.Б., Османова С.М. Особенности оценки технического состояния памятников крымскотатарской архитектуры // Научная дискуссия: вопросы технических наук: сб. ст. по материалам XLII междунар. науч.-практ. конф. М.: Интернаука, 2016. № 1 (31). С. 91–103.

10. Пат. № 71144 Украина, МПК E04G 23/00. Способ усиления простенков стен зданий / В.Н. Алексеенко, О.Б. Жиленко ; заявитель патентодержатель Национальная академия природоохранного и курортного строительства. № u201113119 ; заявл. 07.11.2011 ; опубл. 10.07.2012, Бюл. № 13. 10 с.

11. Пат. № 62243 Украина, МПК E04C 2/00. Способ повышения сейсмостойкости зданий / В.Н. Алексеенко, О.Б. Жиленко ; заявитель патентодержатель Национальная академия природоохранного и курортного строительства. № u201014808 ; заявл. 10.12.2010 ; опубл. 25.08.2011, Бюл. № 16. 7 с.

12. Alekseenko V.N., Zhilenko O.B. New technologies to provide earthquake resistance of Orthodox shrines in Sevastopol. Construction of Unique Buildings and Structures, 2014, no. № 10(15). Available at: http://unistroy.spbstu.ru/index_2013_15/7_alekseenko_zhilenko_15.pdf (Accessed 06.09.2019).

13. Alekseenko V.N., Zhilenko O.B. Seismic stability of the restored architectural monument. Magazine of Civil Engineering, 2016, no. 7. Available at: <https://engstroy.spbstu.ru/article/2016.68.4/> (Accessed 06.09.2019).

14. Alekseenko, V.N., Zhilenko, O.B., Al Ali, M. Bearing capacity of pasted anchors in the masonry walls of natural limestone. Magazine of Civil Engineering, 2018, no. 81(5). Available at: <https://engstroy.spbstu.ru/article/2018.82.6/> (Accessed 06.09.2019).

15. Федеральный закон от 25.06.2002 № 73-ФЗ «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации» [Электронный ресурс] // СПС Консультант Плюс (дата обращения: 09.11.2020).

16. СРП-2007 (СРП-2007.1; СРП-2007.1.1: СРП-2007.2; СРП-2007.3: СРП-2007.4.1: СРП-2007.5: СРП-2007.6). Свод реставрационных правил. Рекомендации по проведению научно-исследовательских, изыскательских, проектных и производственных работ, направленных на сохранение объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации (4-я ред.) [Электронный ресурс] // Правовая система Консультант Плюс (дата обращения: 09.11.2020).

17. ГОСТ Р 55528-2013. Состав и содержание научно-проектной документации по сохранению объектов культурного наследия. Памятники истории и культуры. Общие требования [Электронный ресурс] // Правовая система Консультант Плюс (дата обращения: 09.11.2020).

18. Алексеенко В.Н., Жиленко О.Б. Технический отчет по результатам обследования строительных конструкций объекта культурного наследия регионального значения «Здание Дворянского собрания, XIX век», по адресу: Республика Крым, г. Симферополь, ул. Пушкина, 15/ ул. Горького, 10, литера «В». Симферополь: ООО «ЮЖСЕЙСМОСТРОЙ», 2017. 175 с.

19. Обмерные чертежи 06.2016-ОЧ 2.2. «Здание Дворянского собрания (здание, в котором работал Н.И.Пирогов), 1848-1850 гг. и 1854-1855 гг.», по адресу: Республика Крым, г. Симферополь, ул. Горького, 10, литера «В»/ ООО «НТПО «Крым». Симферополь, 2016.

20. СП 14.13330.2011. Строительство в сейсмических районах.

21. Русский нормальный метрический сортмент фасонного железа: угловое, тавровое, двутавровое, корытное и зетовое железо / Постоян. совещат. контора железозаводчиков. Санкт-Петербург : Техн. авто-лит. инж. Доброумова и де-Кельш, 1900.

22. ГОСТ 5567-2013. Порядок организации и ведения инженерно-технических исследований на объектах культурного наследия. М.: Стройиздат, 2013.

REFERENCES

1. Alekseenko V.N. Design, Construction and Operation of Buildings in Seismic Areas: A Study Guide / V.N. Alekseenko, O.B. Zhilenko. Moscow, Infra-M, 2020. 226 p.

2. Epifanov S.V. Special cases of adaptation of cultural heritage objects. *Akademicheskij byulleten' URAL NII Proekt RAASN* [Academic Bulletin UralNIIproekt RAASN], 2015, no. 4, pp. 64–69. (in Russian)

3. Berdyugina Yu.M. Kura shov Yu.Yu. Development of criteria for the status of a cultural heritage object (part 2). *Akademicheskij byulleten' URAL NII Proekt RAASN* [Academic Bulletin UralNIIproekt RAASN]

4. Boyko M.D. *Diagnostika povrezhdenij i metody vostanovleniya rabotosposobnosti zdaniy* [Diagnostics of damage and methods of restoring the performance of buildings]. L., Stroyizdat, Leningrad. Branch, 1975. 336 p.

5. Alekseenko V.N., Zhilenko O.B. Earthquake resistance of architectural monuments on flooded soils. *Geotekhnika Belarusi: nauka i praktika* [Geotechnics of Belarus: science and practice]. Minsk, 2013, pp. 3–11.

6. Zhilenko O.B., Alekseenko V.N. Features of scientific and restoration research of Crimean architecture monuments. *Stroitel'stvo i tehnogennaja bezopasnost'* [Construction and industrial safety]. 2011, no. 35, pp. 220–227. (in Russian)

7. Alekseenko V.N., Zhilenko O.B. Preservation of architectural monuments in earthquake-prone areas. *Ustojchivaja arhitektura: nastojashhee i budushhee* [Sustainable

Architecture: Present and Future]. Moscow, MARHI, 2012, pp. 620–628. (in Russian)

8. Alekseenko V.N., Zhilenko O.B. Features of survey work and seismic resistance assessment of a building of the 19th century built. *Mezhdunarodnyj nauchnyj institut "Educatio": Ezhemesjachnyj nauchnyj zhurnal* [International Scientific Institute "Educatio": Monthly Scientific Journal]. Novosibirsk, 2015, no. 3(10), pp. 45–49.

9. Alekseenko V.N., Zhilenko O.B., Osmanova S.M. Features of the assessment of the technical condition of the monuments of Crimean Tatar architecture. *Nauchnaja diskussija: voprosy tehnikeskij nauk: sb. st. po materialam XLII mezhdunar. nauch.-prakt. konf. M.: Izd. «Internauka»* [Scientific discussion: issues of technical sciences: Sat. Art. based on materials of XLII int. scientific-practical conf. M., Publishing. Internauka]. Moscow, 2016, no. 1(31), pp. 91–103. (in Russian)

10. Alekseenko V.N., Zhilenko O.B., e.a. *Sposob usileniya prostenkov sten zdaniy* [The way to strengthen the walls of buildings]. Patent UA, no. 71144, МПК E 04 G 23/00, 2012.

11. Alekseenko V.N., Zhilenko O.B., e.a. *Sposob povysheniya seysmostoykosti zdaniy* [The way to increase the earthquake resistance of buildings]. Patent UA, no. u201014808, 2011.

12. Alekseenko V.N., Zhilenko O.B. New technologies to provide earthquake resistance of Orthodox shrines in Sevastopol. *Construction of Unique Buildings and Structures*, 2014, no. № 10(15). Available at: http://unistroy.spbstu.ru/index_2013_15/7_alekseenko_zhilenko_15.pdf (Accessed 06.09.2019).

13. Alekseenko V.N., Zhilenko O.B. Seismic stability of the restored architectural monument. *Magazine of Civil Engineering*, 2016, no. 7. Available at: <https://engstroy.spbstu.ru/article/2016.68.4/> (Accessed 06.09.2019).

14. Alekseenko, V.N., Zhilenko, O.B., Al Ali, M. Bearing capacity of pasted anchors in the masonry walls of natural limestone. *Magazine of Civil Engineering*, 2018, no. 81(5). Available at: <https://engstroy.spbstu.ru/article/2018.82.6/> (Accessed 06.09.2019).

15. Federalnyj zakon 25.06.2002 № 73-FZ *Ob ob'ektah kul'turnogo nasledija (pamjatnikah istorii i kul'tury) narodov Rossijskoj Federacii* [On objects of cultural heritage (monuments of history and culture) of the peoples of the Russian Federation]. Available at: SPS Konsyltant plus (Accessed 09.11.2020).

16. SRP-2007 (SRP -2007.1; SRP -2007.1.1: SRP -2007.2; SRP -2007.3; SRP -2007.4.1: SRP -2007.5: SRP -2007.6). *Svod restavracionnyh pravil. Rekomendacii po provedeniyu nauchno-issledovatel'skih, izyskatel'skih, proektnykh i proizvodstvennykh rabot, napravlennykh na sohraneniye ob'ektov kul'turnogo naslediya (pamyatnikov istorii i kul'tury) narodov Rossijskoj Federacii (4-ya redakciya)* [Code of restoration rules. Recommendations for the conduct of scientific research, survey, design and production work aimed at preserving cultural heritage objects (historical and cultural monuments) of the peoples of the Russian Federation (4th edition)]. Available at: SPS Konsyltant plus (Accessed 09.11.2020).

17. GOST R 55528-2013 «Sostav i sodержanie nauchno-proektnoj dokumentacii po sohraneniyyu ob'ektov kul'turnogo naslediya. Pamyatniki istorii i

kul'tury. Obschie trebovaniya» [Composition and content of scientific and project documentation for the preservation of cultural heritage sites. Monuments of history and culture. General requirements]. Available at: SPS Konsyltant plus (Accessed 09.11.2020).

18. Alekseenko V.N. Zhilenko O.B. *Tekhnicheskij otchet po rezul'tatam obsledovaniya stroitel'nykh konstrukcij ob'ekta kul'turnogo naslediya regional'nogo znacheniya «Zdanie Dvoryanskogo sobraniya, XIX vek», po adresu: Respublika Krym, g. Simferopol', ul. Pushkina, 15 / ul. Gor'kogo, 10, liter «V»* [Tekhnicheskij otchet po rezul'tatam obsledovaniya stroitel'nykh konstrukcij ob'ekta kul'turnogo naslediya regional'nogo znacheniya "Zdanie Dvoryanskogo sobraniya, XIX vek. ", Ul. Sim. Sim. 15. G. Kferryim., Ul. Gor'kogo, 10, liter "V"]. Simferopol', OOO «YUZHSEJSMOSTROJ», 2017. 175 p.

19. Dimensional drawings 06.2016-ОЧ 2.2 "The building of the noble assembly (the building where NI Pirogov worked), 1848-1850. and 1854-1855 ", at the address: Republic of Crimea, Simferopol st. Gorky, 10, letter "B" / LLC "NTPO" Crimea ", Simferopol, 2016.

20. SP 14.13330.2011. *Stroitel'stvo v seismicheskikh rajonah* [Construction in seismic areas]. Moscow, Minregion Rossii, OAO "CPP", 2011. 167 p.

21. *Russkij normal'nyj metricheskiy sortament fasonnogo zheleza: Uglovoe, tavrovoe, dvutavrovoe, korytnoe i zetovoe zhelezo* [Russian normal metric assortment of shaped iron: Angle, T-bar, I-beam, trough and Zeta iron. Saint-Peterburg, Tekhn. avto-lit. inzh. Dobroumova i de-Kel'sh, 1900. 17 p.

22. GOST 5567-2013 *Poryadok organizacii i vedeniya inzhenerno-tehnicheskijh issledovanij na ob'ektah kul'turnogo naslediya* [The procedure for organizing and conducting engineering research at cultural heritage sites].

Об авторах:

АЛЕКСЕЕНКО Василий Николаевич

кандидат технических наук, доцент кафедры геотехники и конструктивных элементов зданий Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского
Академия строительства и архитектуры
295493, Россия, Республика Крым, г. Симферополь,
ул. Киевская, 181
E-mail: AVN108@mail.ru

ALEKSEENKO Vassily N.

PhD in Engineering Science, Associate Professor of the Geotechnics and Building Elements Chair Crimean Federal University
Academy of Construction and Architecture
295493, Russia, Republic of Crimea, Kievskaya str., 181
E-mail: AVN108@mail.ru

ЖИЛЕНКО Оксана Борисовна

кандидат технических наук, доцент кафедры геотехники и конструктивных элементов зданий Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского
Академия строительства и архитектуры
295493, Россия, Республика Крым, г. Симферополь,
ул. Киевская, 181
E-mail: o.b.zhilenko@mail.ru

ZHILENKO Oksana B.

PhD in Engineering Science, Associate Professor of the Geotechnics and Building Elements Chair Crimean Federal University
Academy of Construction and Architecture
295493, Russia, Republic of Crimea, Kievskaya str., 181
E-mail: o.b.zhilenko@mail.ru

Для цитирования: Алексеевко В.Н., Жиленко О.Б. Сохранение аутентичности и приспособление объекта культурного наследия – компромисс или конфликт // Градостроительство и архитектура. 2021. Т.11, № 1. С. 4–17. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.01.1.

For citation: Alekseenko V.N., Zhilenko O.B. Preservation of Authenticity and Adaptation of an Object of Cultural Heritage – Compromise or Conflict. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2021, vol. 11, no. 1, Pp. 4–17. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2021.01.1.

**78-я ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«ТРАДИЦИИ И ИННОВАЦИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И АРХИТЕКТУРЕ»**

Направления
деятельности



Конференция посвящена проблемам и перспективам развития в области строительства и архитектуры, охраны окружающей среды и энергетики.

Форма участия: очная, заочная, дистанционная.

Участие в конференции – **бесплатно**.

Материалы конференции будут опубликованы в электронном сборнике статей, а также размещены в Научной электронной библиотеке (elibrary.ru) и включены в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).

Стоимость публикации – **бесплатно**.

Руководитель



Председатель – директор АСА, к.т.н., профессор М.В. Шувалов

Оргкомитет:

Белякова Елена Анатольевна

Кулакова Елена Александровна

тел. (846) 339-14-38, 339-14-15

E-mail: konferencia.asa@samgtu.ru

Контакты



Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры (АСА СамГТУ)
443001, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194

С. С. МОРДОВСКИЙ
А. А. КИСЕЛЁВА

ИСТОРИЯ ПОЯВЛЕНИЯ ФОРМУЛЫ ЭЙЛЕРА. ВОПРОСЫ УСТОЙЧИВОСТИ СЖАТЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

HISTORY OF THE APPEARANCE OF EULER'S FORMULA.
ISSUES OF STABILITY OF COMPRESSED REINFORCED CONCRETE ELEMENTS

Представлен краткий обзор жизненного пути швейцарского математика и механика Леонарда Эйлера. Рассматривается история появления формулы для расчета устойчивости. Показаны варианты учета гибкости элемента в расчетах железобетонных конструкций, недостатки кривой Эйлера и особенности её применения применительно к конструкциям из высокопрочного бетона и бетона, твердеющего под давлением. Приведен пример результата использования в расчетах внецентренно сжатых железобетонных элементов нелинейной деформационной модели с введением в алгоритм расчета коэффициента, учитывающего влияние продольного изгиба (прогиба) элемента на его несущую способность.

Ключевые слова: устойчивость, формула Эйлера, критическая сила, сжатые элементы, колонны, железобетон, строительные конструкции

Леонард Эйлер родился в 1707 г. в семье Пауля и Маргариты Эйлер в селении Базель (в настоящее время город Базель в северо-западной части Швейцарии). Пауль Эйлер в своё время учился математическим наукам у Якоба Бернулли, что позволило дать сыну начальное образование дома [1]. Отец, являясь пастором, хотел, чтобы старший сын пошёл по его стопам и по этому занимался с ним подготовкой к духовной карьере. В промежутках между занятиями в качестве развлечения и для развития логического мышления он проводил с сыном математические уроки, что дало свои плоды и Леонард рано стал проявлять математические способности.

Учась в гимназии, он продолжал с интересом изучать математику. Заметив успехи и увлечённость гимназиста, в 1720 г. его допустили к посещению публичных лекций в Базельском университете. В то время там трудился профессор Иоганн Бернулли – младший брат Якоба Бернулли. Знаменитый учёный обеспечил доступ одарённому гимназисту к научным трудам по математике, при этом предложив помощь в разборе сложных мест [1].

Практически вся жизнь Эйлера связана с математикой. Результаты его многолетнего труда

The article presents a brief overview of the life path of the Swiss mathematician and mechanic Leonard Euler, considers the history of the emergence of the formula for calculating stability, shows options for taking into account the flexibility of an element in the calculations of reinforced concrete structures, the disadvantages of the Euler curve and the features of its application in relation to structures made of high-strength concrete and concrete hardening under pressure. An example of the result of using a non-linear deformation model in the calculations of eccentrically compressed reinforced concrete elements with the introduction into the algorithm for calculating a coefficient that takes into account the effect of buckling (deflection) of an element on its bearing capacity is given.

Keywords: stability, Euler formula, critical force, compressed elements, columns, reinforced concrete, building structures

описывались в многочисленных научных статьях, которые посмертно публиковались еще в течение почти сорока лет. Математический метод, который теперь называется вариационным исчислением, также является открытием Эйлера.

Важный результат, полученный Эйлером применительно к строительным конструкциям, сейчас называется формулой Эйлера для критической нагрузки потери устойчивости продольно сжатого стержня.

Эйлер не ставил себе задачу определения несущей способности сжатого стержня как конструкционного элемента. Он применил математический метод (позже вариационное исчисление) для определения наименьшей высоты тонкого вертикального стержня, при которой этот стержень начнет выпучиваться под собственным весом [2]. Понятия напряжения и деформации появились значительно позже этого события. Полученная формула [3, 4] носит имя Эйлера и имеет вид:

$$P = \pi^2 \cdot (E \cdot I/L^2), \quad (1)$$

где P – величина нагрузки, при которой выпучивается стержень или панель; E – модуль упругости материала; I – момент инерции

поперечного сечения стержня или панели; L – расчетная длина стержня.

Формула (1) применяется в нормативных документах [5, 6] по расчету железобетонных конструкций с тем различием, что изгибная жесткость в формулах норм определяется с учетом жесткостей применяемого бетона и арматуры и коэффициентов k_b и k_s .

Для стержня (системы) с малой гибкостью исчерпание несущей способности произойдет не по причине его выпучивания, а за счет потери прочности материалов в сечении элемента при сжатии. Выпучивание стержня или панели по сути является свидетельством потери устойчивости равновесия этими элементами. Для раскрытия такого понятия, как устойчивость существуют различные определения.

Большую часть своей сознательной жизни Эйлер провёл в России и оказал огромное влияние на становление российской науки [7]. Во времена Эйлера происходило активное становление Российского флота. И хотя уже к 1714 г. в России был свой собственный парусный флот, вопрос устойчивости судов на воде являлся актуальным. Самая большая судостроительная страна располагалась в Санкт-Петербурге, где жил и работал Эйлер, поэтому он не мог не принять участия в таком важном вопросе. Леонардом было дано следующее определение термина «устойчивость» применительно к плавательным средствам – «тела равновесное положение будет устойчиво, ежели оное тело, будучи несколько наклонено, опять справится».

Первые упоминания понятия устойчивости содержались в научных трудах Эйлера. Если перенести данный термин устойчивости, по Эйлеру, на упругие системы, то оно будет выглядеть примерно так: упругая система при заданных внешних силовых воздействиях будет находиться в устойчивом состоянии равновесия, если после кратковременного статического нагружения и последующего разгружения система возвращается к своему исходному состоянию. Если же такого не происходит, то исходное состояние равновесия системы считается неустойчивым.

Несколько позже вопросами устойчивости занимался учёный Жозеф Луи Лагранж. Он трактовал данное понятие применительно к упругим системам следующим образом: исходное состояние равновесия, в котором пребывает система, устойчиво, если после отклонения её от этого состояния она, предоставленная самой себе, стремится вернуться к первоначальному исходному состоянию равновесия, совершая малые затухающие со временем колебания при наличии сил внешнего и внутреннего сопротивления. Если малые возмущения вызы-

вают динамические перемещения системы, лежащие в определенных пределах, то начальное состояние является устойчивым. При наличии устойчивости всегда можно подобрать такие начальные возмущения, чтобы при последующем движении системы перемещения её точек не вышли за некоторые наперед заданные границы. Такой подход к решению задачи устойчивости называют динамическим.

Частота собственных колебаний системы стремится к нулю при нарастании силы сжатия. При достижении этой силой некоторой величины движение становится аperiодически неустойчивым.

Для консервативных (потенциальных) внешних сил величину критической нагрузки можно определить, приравняв к нулю частоту собственных колебаний системы. Эта нагрузка совпадает с эйлеровой. Работа консервативных сил зависит только от начального и конечного положений точек приложения и не зависит от траекторий перемещения этих точек.

Существует понятие бифуркации, которое обозначает два варианта развития предстоящих событий и применяется для определения происходящих изменений, перестроек. Применительно к конструкциям (системам) состояние бифуркации соответствует минимальному значению силы P , при котором система (стержень или панель) впервые не возвращается к исходному состоянию. При этой величине силы происходит нарушение единственности решения задачи, так как появляется отклонённая форма равновесия стержня наряду с исходной прямой.

В трудах Н.В. Карнаухова и А.Ф. Смирнова [8] более полувек назад были введены понятия о состояниях стесненной и принужденной бифуркации отдельных частей конструкции, испытывающей общую потерю устойчивости. Длительное время эти понятия имели чисто качественное значение. Однако для определения вида бифуркации стержня в момент потери устойчивости не были указаны количественные признаки. Критерий, позволяющий определить вид бифуркации стержня, впервые был предложен совсем недавно в работах А.В. Александрова [9], А.В. Перельмутера и В.И. Сливкера [10].

Пластические деформации, возникающие в конструкциях от внешних нагрузок, не исчезают после разгрузки системы, и, как следствие, она не может вернуться в своё исходное состояние равновесия. Исходя из определений Эйлера любое равновесное состояние сжатой системы за пределом упругости является неустойчивым. С практической точки зрения такое допущение является абсурдным. Развивая теорию устойчи-

ности сжатой системы за пределом упругости, В.Г. Зубчаниновым [11] предложено следующее определение: «состояние равновесия упруго-пластической системы является устойчивым, если она после статического приложения и последующего снятия малой возмущающей силы стремится вернуться в своё исходное состояние, пребывая в его малой окрестности» (11, с. 30).

Величина силы P , соответствующая состоянию бифуркации, может быть отличной от максимального значения действующей на конструкцию силы. Определить дальнейшее поведение системы (конструкции) за точкой бифуркации и утверждать об устойчивости или неустойчивости конструкции возможно только при исследовании послебифуркационного состояния.

Бифуркационная теория Эйлера при расчёте стержней и стержневых систем на устойчивость стала успешной, так как при достижении предельного значения прогибы катастрофически нарастают вплоть до разрушения без увеличения сжимающей нагрузки.

Быстрый рост прогибов после бифуркации наблюдается вначале также и для пластин [12] в некоторой окрестности исходного состояния. В тонких пластинах и панелях образуются и становятся заметными выпуклости. С ростом величины нагрузки в послебифуркационной стадии прогибы продолжают увеличиваться, но пластина остаётся в малой окрестности своего исходного плоского состояния до достижения предельного значения нагрузки.

У оболочек в послебифуркационном состоянии происходит резкое падение сжимающей нагрузки, и потому они весьма чувствительны к начальным несовершенствам.

Величины нагрузок, при которых происходит катастрофическое развитие перемещений и деформаций в системе, называют критическими или пределами устойчивости. Они соответствуют предельным точкам – точкам бифуркации Пуанкаре.

В предельных точках прогиб (перемещение) элемента резко возрастает:

$$fd/dP \rightarrow \infty. \quad (2)$$

Данное условие (2) принимается за критерий неустойчивости при квазистатическом нагружении упругопластических систем.

Исследование послекритического поведения системы есть нелинейная задача. Своеобразие нелинейной задачи состоит в том, что здесь одной и той же системе нагрузок может соответствовать несколько различных деформированных состояний, одни из которых являются устойчивыми, а другие – неустойчивыми. При исследовании характера равновесных состоя-

ний нелинейных систем применяются те же критерии, что и для линейных систем: статический, энергетический и динамический. После выбора критерия необходимо выбрать определенный метод решения задачи: дифференциальное уравнение равновесия или движения заменяется уравнением в конечных разностях или интегральным – метод последовательных приближений, метод Бубнова-Галеркина, метод проб, метод оптимального программирования и т. д.

Работа систем (конструкций) в течение некоторого промежутка времени и при определённого рода нагрузках (например температурных) неразрывно связана с понятием ползучести материалов. Данное явление оказывает влияние на поведение систем при работе под нагрузкой, поэтому при формировании концепции устойчивости его необходимо учесть. Процесс нагружения систем может быть двух видов: мгновенный и растянутый во времени при постоянной внешней нагрузке, на котором и проявляется ползучесть.

Величина нагрузки P в формуле (1), при которой выпучивается стержень или панель в нормах по железобетону [3, 4] носит название «условная критическая сила» и обозначается N_{cr} . Это предельное значение силы является бифуркационным, по достижении которого прогибы катастрофически нарастают и для их развития не требуется увеличение сжимающей нагрузки. То есть при этом значении происходит потеря устойчивости стержня и стержневой системы.

Каким образом было получено математическое выражение для определения условной критической силы, используемое в отечественных нормах проектирования железобетонных конструкций?

Формула для критической силы была выведена Эйлером на примере идеального прямого стержня постоянного поперечного сечения с шарнирными закреплениями концов. «Формула Эйлера справедлива при условии, что деформация сжатия стержня вплоть до момента потери устойчивости подчиняется закону Гука» [13]. Иными словами, критическое напряжение не должно превышать предела пропорциональности для данного материала.

Формула (1) и формула для условной критической силы N_{cr} в отечественных нормах проектирования [14] получены «на основании экспериментальных исследований шарнирно закрепленных стоек на кратковременное действие продольных сил с постоянными по длине стойки начальными эксцентриситетами» (15, с. 108). Изменения условий закрепления концов стойки и распределения начальных эксцентри-

ситетов приведут к возникновению некоторой погрешности в запас прочности при определении расчетной длины стойки из классического расчета на устойчивость. При этом в формуле для определения условной критической силы N_{cr} в качестве изгибной жесткости $E \cdot I$ принимается усредненная жесткость колонны в предельной стадии [16]. Эта величина D определена путём анализа и обобщения многочисленных опытных данных со стойками длиной L , концы которых шарнирно закреплены. При этом начальный эксцентриситет по длине образца постоянен, а воздействие продольных сил является кратковременным.

Принятая в СНиП 2.03.01-84* и пособия к нему [14] «зависимость для определения N_{cr} железобетонного элемента содержит в себе некоторые коэффициенты, снижающие итоговое значение. Их использование обосновано для расчётов реальных конструкций» (17, с. 25). Однако для выявления сходимости результатов расчёта опытных образцов с реальными экспериментальными данными такой запас прочности не требуется, и формула для определения условной критической силы в [17] была принята по данным [18]. Она имеет вид:

$$N_{cr} = \frac{8 \cdot E_b}{(l_0)^2} \cdot \left[\frac{I}{\phi_l} \cdot \left(\frac{0,11}{0,1 + \frac{\delta_e}{\phi_p}} + 0,1 \right) + \alpha \cdot I_s \right]. \quad (3)$$

В работе [19] разобраны примеры расчёта конструкций, приведенные в источниках [12, 14]. Расчёт производился по недеформированной схеме, влияние прогиба на несущую способность учитывалось с помощью коэффициента. Значения условной критической силы вычислялись по формулам из различных документов. Было выявлено, что в действующих нормах [11] при расчете жесткости, необходимой для получения условной критической силы, не учитывается прочность бетона, в отличие от расчетов по [14, 18], что оказывает значительное влияние на получаемые результаты, особенно сегодня, когда высокопрочный бетон находит повсеместное применение.

В работе Санжаровского [20] и в других его работах рассматриваются проблемы устойчивости сжатых элементов и методики их расчёта. Описываются чуждые сжатым конструкциям постулаты и принципы работы, характерные изгибаемым и заимствованные у них.

Бетон – это комплексный анизотропный материал, состоящий из жидкой, твёрдой и газообразной фаз. Для элементов конструкций, выполненных из железобетона, неупругими является значительная часть возникающих деформаций. Жесткость отдельных участков элементов зависит от возникающих в них усилий моментов от внешних нагрузок, а жесткость

элемента по его длине является переменной величиной.

Используя деформированную схему в расчетах железобетонных конструкций, целесообразно учитывать физическую нелинейность [21]. Действующие нормы [5], в частности, рекомендуют применение нелинейной деформационной модели. При этом производят разбивку каждой колонны в пределах между жесткими участками по длине на несколько равных участков. Размер участка примерно может быть принят равным высоте сечения элемента, а жесткость на каждом из них принимается постоянной и соответствующей максимальному усилию момента от внешней нагрузки на этом участке.

В январе 2014 г. в России и ряде стран СНГ введен в действие ГОСТ 31914-2012 «Межгосударственный стандарт. Бетоны высокопрочные тяжелые и мелкозернистые для монолитных конструкций. Правила контроля и оценки качества», устанавливающий «правила определения, контроля и оценки прочности, морозостойкости и водонепроницаемости с учетом специфики свойств и особенностей испытаний высокопрочных тяжелых и мелкозернистых бетонов» классов по прочности при сжатии В60 и выше. Высокопрочные бетоны и конструкции из них обладают высокой надежностью и набором свойств, позволяющих эффективно применять их при проектировании и строительстве. Используя высокопрочные бетоны, можно добиться нового уровня строительства, в долгосрочной перспективе – снизить затраты и повысить рентабельность.

Высокопрочные бетоны подразделяются на бетоны: цементные (до 80 МПа на осевое сжатие), цементно-полимерные (до 120 МПа), композитные (до 100 МПа), полимерные (до 100 МПа). Более подробное описание представлено в [22].

Для высокопрочных бетонов параметрические точки диаграммы деформирования должны быть уточнены в каждом конкретном случае, так как бетоны могут обладать как повышенными пластическими свойствами, так и иметь повышенную хрупкость.

Кроме применения различных добавок и особых материалов с целью получения высокопрочных бетонов для железобетонных конструкций, возможно использование специальных технологических приемов обработки бетонной смеси. К одному из таких приемов относится использование давления на смесь до достижения ею необходимой прочности. Таким образом, получают бетон, названный «бетон, твердеющий под давлением» (БТД). Однако для массового применения этого мате-

риала пока есть сдерживающий фактор – стоимость изготовления оснастки. БТД обладает повышенными пластическими свойствами, повышенной прочностью, малым диаметром пор, вследствие чего наблюдается повышенная морозостойкость [22].

Применение высокопрочных бетонов, в том числе БТД, при расчетах железобетонных конструкций по действующим нормам проектирования [5] сопряжено с некоторыми сложностями, одновременно являющимися особенностями: начальные модули упругости высокопрочных бетонов, а также предельные и краевые деформации могут значительно отличаться в зависимости от способа получения того или иного типа бетона.

В БТД краевые и предельные деформации значительно превышают аналогичные величины стандартных высокопрочных бетонов, что делает материал более пластичным, исключая или уменьшая возможность хрупкого разрушения.

В [23] авторы предлагают учесть особенности работы железобетонных колонн из высокопрочного бетона при расчете по недеформированной схеме, введя эмпирический коэффициент k в числитель первого слагаемого поправки к упругой жесткости:

$$N_{cr} = \frac{8 \cdot E_b}{(l_0)^2} \cdot \left[\frac{I}{\phi_l} \cdot \left(\frac{0,11 \cdot k}{0,1 + \frac{\phi_e}{\phi_p}} + 0,1 \right) + \alpha \cdot I_s \right]. \quad (4)$$

«Сопоставление теоретических и экспериментальных значений несущей способности и прогибов показывает недооценку нормами несущей способности и, наоборот, превышение теоретических значений прогибов над экспериментальными» (23, с. 41). Анализируя полученные результаты, авторы рекомендуют внести коэффициент Ψ_a в формулу кривизны для сечений с трещинами в растянутой зоне. Данный коэффициент учитывает особенности работы высокопрочного бетона в элементах с трещинами.

Тенденция совершенствования теории железобетона путём внедрения нелинейной деформационной модели расчёта, предусматривающей использование диаграмм деформирования материалов, активно развивается последние десятилетия. Такая модель всесторонне исследуется и уже внедрена в различные международные и национальные нормы проектирования железобетонных конструкций. В СП 63.13330.2012 [5] для расчёта железобетонных элементов предлагается использовать кусочно-линейные деформационные модели в виде двух- или трёхлинейных диаграмм деформирования бетона и арматуры, а также криволинейные, в том числе с ниспадающей ветвью (диаграмма деформирования бетона,

предложенная Н.И. Карпенко, по приложению А СП 63.13330.2012).

Метод анализа напряжённо-деформированного состояния поперечного сечения элементов с применением деформационной модели включен в Еврокоды, строительные нормы и своды правил России, Беларуси и других стран. Таким образом, нелинейные деформационные модели постепенно вытесняют привычные ранее методы расчёта по предельным усилиям, что стало возможным благодаря развитию компьютерной техники и технологии.

Рассмотрим внецентренно сжатый железобетонный элемент прямоугольного сечения с армированием по углам, методика расчёта данного элемента с использованием диаграмм деформирования материалов подробно изложена в статье [21]. Элемент является коротким жёстким, поэтому прогиб не оказывает влияния на его несущую способность и фактически прочность сечения образца является прочностью всего элемента, т. е. его несущей способностью. Выполним модернизацию данного алгоритма расчёта применительно к гибким элементам. Условную критическую силу определим в соответствии с рекомендациями норм [5] по формуле (8.15). Расчёт выполняется по недеформированной схеме, влияние прогиба на несущую способность учитывается с помощью коэффициента η .

Используя методику расчёта внецентренно сжатых железобетонных элементов [21] без учёта гибкости элемента, интегрируем в алгоритмы расчёта значения коэффициента «эта» из [5, 6], учитывающего рост величины эксцентриситета продольного усилия под влиянием прогиба элемента. Из графиков наглядно видно, что влияние прогиба повышается с ростом продольной силы и уменьшается при её падении (рис. 1, 2).

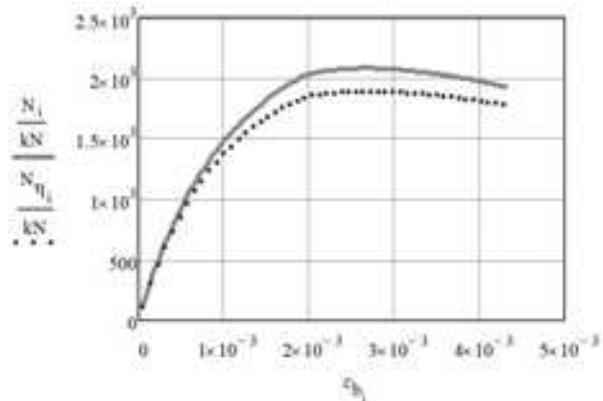


Рис. 1. Графики зависимости несущей способности от относительной деформации крайнего сжатого волокна бетона:
 — линия N – без учёта влияния прогиба,
 – линия $N\eta$ – с учётом влияния прогиба

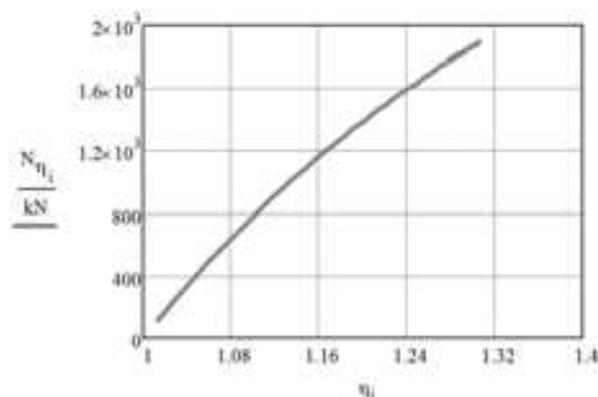


Рис. 2. График зависимости продольного усилия от величины η

Выводы. 1. Решение задач устойчивости сжатых железобетонных конструкций необходимо выполнять с применением нелинейной деформационной модели, что позволит учесть работу материалов, наиболее приближенную к реальной.

2. Используя в расчетах нелинейную деформационную модель, удаётся определять влияние прогиба элемента на величину эксцентриситета, что в конечном итоге оказывает влияние на величину максимального продольного усилия, воспринимаемого элементом, на каждой ступени нагружения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пекарский П.П. История Императорской академии наук в Петербурге. Т.1. СПб., 1870. 774 с.
2. Подножкина В.Н. Применение формулы Эйлера // Известия ЮФУ. Технические науки. Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2008. № 1(78). С. 204–208.
3. Euler L. Methodus niveniendineas curvas..., Lausanne et Geneve, 1744; Additamentum 1: De curvis elasticis, p. 267.
4. Euler L. Sur la force des colonnes, Mem. de l'Acad., Berlin, 13, (1757), 251–282.
5. СП 63.13330.2012. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003. М.: ФАУ «ФЦС», 2012. 156 с.
6. Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелого бетона без предварительного напряжения арматуры (к СП 52-101-2003) / ЦНИИПромзданий, НИИЖБ. М.: ОАО ЦНИИПромзданий, 2005. 214 с.
7. Таланов Е. Жил, пока вычислял // СТТ: Строительная техника и технологии. 2015. № 7 (115). С. 84–88.
8. Строительная механика. Стержневые системы / А.Ф. Смирнов, А.В. Александров, Б.Я. Лашеников, Н.Н. Шапошников. М.: Стройиздат, 1981. 512 с.
9. Александров А.В. Роль отдельных элементов стержневой системы при потере устойчивости // Вестник МИИТа. 2001. Вып. 5. С. 46.
10. Перельмутер А.В., Сливкер В.И. Расчетные модели сооружений и возможность их анализа. Киев: ВПП «Компас», 2001. 400 с.
11. Зубчанинов В.Г., Охлопков Н.Л., Субботин С.Л. Устойчивость тонкостенных элементов конструкций за пределом упругости с учетом сложного нагружения // Известия высших учебных заведений. Строительство. 1995. № 11. С.26–32.
12. Зубчанинов В.Г., Охлопков Н.Л., Соколов С.А. Решение задачи бифуркации цилиндрической оболочки с учетом сложного характера деформирования в момент потери устойчивости при сложном докритическом нагружении // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. 2010. № 2. С.16–20.
13. Вольмир А.С. Устойчивость деформируемых систем. М.: Наука, 1967. 984 с.
14. Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелых и легких бетонов без предварительного напряжения арматуры (к СНиП 2.03.01-84). М.: ЦНИИПромзданий Госстроя СССР, 1984. 280 с.
15. Расчет железобетонных конструкций по прочности, трещиностойкости и деформациям / А.С. Залесов, Э.Н. Кодыш, Л.Л. Лемыш, И.К. Никитин. М.: Стройиздат, 1988. 320 с.
16. Кодыш Э.Н., Никитин И.К., Трекин Н.Н. Расчет железобетонных конструкций из тяжелого бетона по прочности, трещиностойкости и деформациям: монография. М.: АСВ, 2010. 352 с.
17. Аксёнов В.Н. К расчету колонн из высокопрочного бетона по недеформированной схеме // Бетон и железобетон. 2009. № 1. С. 24–26.
18. Новое в проектировании бетонных и железобетонных конструкций / А.А. Гвоздев, С.А. Дмитриев, Ю.П. Гуца, А.С. Залесов, Н.М. Мулин, Е.А. Чистяков. М.: Стройиздат, 1978. 204 с.
19. Мордовский С.С. К вопросу определения условной критической силы // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительство: сборник статей [Электронный ресурс] / под ред. М.И. Бальзанникова, К.С. Галицкова, В.П. Попова; АСИ СамГТУ. Самара, 2017. С.66–69.
20. Санжаровский Р.С. Ошибки в стандартах по расчёту железобетона // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2012. № 3. С. 57–65.
21. Мурашкин Г.В., Мордовский С.С. Применение диаграмм деформирования для расчёта несущей способности внецентренно сжатых железобетонных элементов // Жилищное строительство. 2013. № 3. С. 38–40.
22. Мурашкин Г.В., Мурашкин В.Г. Особенности деформативных характеристик бетона, твердеющего под давлением в процессе твердения // Вестник Волжского Регионального отделения Российской

Академии Архитектуры и Строительных Наук. Н. Новгород, 2016. № 19. С. 232–237.

23. Особенности расчета железобетонных колонн из высокопрочного бетона по нормативным методам / В.Н. Аксенов, Д.Р. Маилян, А.М. Блягоз, А.М. Хутыз // Новые технологии. 2012. № 4. С. 36–43.

REFERENCES

1. Pekarskiy P.P. *Istoriya Imperatorskoy akademii nauk v Peterburge* [History of the Imperial Academy of Sciences in St. Petersburg.]. St. Petersburg, 1870. 774 p.
2. Talanov E. Lived while he calculated. *STT: Stroitel'naya tekhnika i tehnologii* [STT: Construction equipment and technologies], 2015, no.7(115), pp.84-88. (in Russian)
3. Podnozhkina V.N. Application of the Euler formula. *Izvestiya Yufu. Tehnicheskie nauki* [IZVESTIA SFU. TECHNICAL SCIENCES], 2008, no.1(78), pp.204-208. (in Russian)
4. L. Euler, *Methodus niveniendineas curvas...*, Lausanne et Geneve, 1744; *Additamentum 1: De curvis elasticis*, p. 267.
5. L. Euler, *Sur la force des colonnes*, Mem. de l'Acad., Berlin, 13, (1757), 251–282.
6. Rule Book 63.13330.2012. Concrete and reinforced concrete structures. Basic provisions. Updated edition of building code 52-01-2003. Moscow, FAU «FTsS», 2012. 156 p.
7. Manual for the design of concrete and reinforced concrete structures made of heavy concrete without prestressing reinforcement (to Rule Book 52-101-2003). Moscow, CRI IndustryBuild, 2005. 214 p.
8. Smirnov A.F., Aleksandrov A.V., Laschenikov B.Ya., Shaposhnikov N.N. *Stroitel'naya mehanika. Sterzhenovyye sistemy* [Construction mechanics. Rod systems]. Moscow, Standartinform Publ., 1981. 512 p.
9. Aleksandrov A.V. The role of the individual elements of the rod system when buckling. *Vestnik MII Ta* [Scientific and technical journal], 2001, no 5, p.46. (in Russian)
10. Perelmuter A.V., Slivker V.I. *Raschetnyye modeli sooruzheniy i vozmozhnosti analiza* [Design models of structures and possibility of their analysis]. Kiev, Publishing house «Compass», 2001. 369 p.
11. Zubchaninov V.G., Ohlopkov N.L., Subbotin S.L. Stability of thin-walled structural elements beyond the limit of elasticity considering complex loading. *Izvestiya Vysshih Uchebnyih Zavedeniy. Stroitel'stvo* [Proceedings of Higher Educational Institutions. Construction], 1995, no.11, pp.26-32. (in Russian)
12. Zubchaninov V.G., Ohlopkov N.L., Sokolov S.A. Problem solving bifurcation cylindrical shel with stockaing complex disposition waping in moment loss of stability by complex subcritical weighting. *Fundamentalnyye I prikladnyye problem i tekhniki i tehnologii* [Fundamental and applied problems of technology and technology], 2010, no.2, pp.16-20. (in Russian)
13. Volmir A.S. *Ustoychivost deformiruemyyih sistem* [Stability of deformable systems]. Moscow, Publishing house «Science», 1967. 984 p.
14. Manual for the design of concrete and reinforced concrete structures from heavy and lightweight concrete without prestressing reinforcement (to building code 2.03.01-84). Moscow, CRI IndustryBuild GOSS-TROY of the USSR, 1984. 280 p.
15. Zalesov A.S., Kodyish E.N., Lemyish L.L., Nikitin I.K. *Raschet zhelezobetonnyih konstruksiy po prochnosti, treschinostoykosti I deformatsiyam* [Calculation of reinforced concrete structures by strength, crack resistance and deformations]. Moscow, Standartinform Publ., 1988. 320 p.
16. Kodyish E.N., Nikitin I.K., Trekin N.N. *Raschet zhelezobetonnyih konstruksiy iz tyazhelogo betona poprochnosti, treschinostoykosti i deformatsiyam* [Calculation of reinforced concrete structures of heavy concrete by strength, crack resistance and deformations]. Moscow, Publishing House of the Association of Building Universities, 2010. 352 p.
17. Aksekov V.N. To calculation of columns from high-strength concrete according to non-deformed scheme. *Beton i zhelezobeton* [Concrete and reinforced concrete], 2009, no.1, pp.24-26. (In Russian)
18. Gvozdev A.A., Dmitriev S.A., Guscha Yu.P., Zalesov A.S., Mulin N.M., Chistyakov E.A. *Novoe v proektirovaniy betonnyih i zhelezobetonnyih konstruksiy* [New in the design of concrete and reinforced concrete structures]. Moscow, Standartinform Publ., 1978. 204 p.
19. Mordovsky S.S. To the question of determining the conditional critical force. *sbornik statey ASI SamGTU «Traditsii i innovatsii v stroitel'stve i arhitekture. Stroitel'stvo»* [collection of articles ABI SamSTU «Traditions and innovations in construction and architecture. Construction»], 2017, pp.66-69.
20. Sanzharovskiy R.S. Errors in standards for calculation of reinforced concrete. *Stroitel'naya mehanika inzhenernyih konstruksiy i sooruzheniy* [Structural mechanics of engineering structures and structures], 2012, no.3, pp.57-65. (In Russian)
21. Murashkin G.V., Mordovsky S.S. Application of deformation diagrams for calculating the bearing capacity of eccentrically compressed reinforced concrete elements. *Zhilishhmoie stroitel'stvo* [Housing construction], 2013, no 3, pp. 38-40. (In Russian)
22. Murashkin G.V., Murashkin V.G. Peculiarities of deformation characteristics of concrete hardening under pressure during hardening. *Vestnik Volzhskogo Regional'nogo otdeleniya Rossiyskoy Akademii Arhitektury i Stroitel'nyih Nauk* [Bulletin of the Volga Regional Branch of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences], 2016, no.19, pp. 232-237. (In Russian)
23. Aksekov V.N., Mailyan D.R., Blyagoz A.M., Khoutyz A.M. Features of the calculation of ferro-concrete columns of durable concrete using normative method. *Novyy zhurnal* [New Journal], 2012, no.4, pp. 36-43. (In Russian)

Об авторах:

МОРДОВСКИЙ Сергей Сергеевич

кандидат технических наук, доцент кафедры железобетонных конструкций Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244, тел. (846)339-56-35 E-mail: qaer1@yandex.ru

MORDOVSKIY Sergey S.

PhD in Engineering Science, Associate Professor of the Reinforced Concrete Structures Chair Samara State Technical University Academy of Architecture and Civil Engineering 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244 E-mail: qaer1@yandex.ru

КИСЕЛЁВА Анна Андреевна

магистрант, профиль промышленное и гражданское строительство: проектирование Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

KISELEVA Anna A.

Master's Degree Student of the Faculty of Industrial and Civil Engineering Samara State Technical University Academy of Architecture and Civil Engineering 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244

Для цитирования: Мордовский С.С., Киселёва А.А. История появления формулы Эйлера. Вопросы устойчивости сжатых железобетонных элементов // Градостроительство и архитектура. 2021. Т.11, № 1. С. 18–25. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.01.2.

For citation: Mordovskiy S.S., Kiseleva A.A. History of the Appearance of Euler's Formula. Issues of Stability of Compressed Reinforced Concrete Elements. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2021, vol. 11, no. 1, Pp. 18–25. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2021.01.2.

**ЦЕНТР ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РАЗРАБОТОК
«ЦИТР СамГТУ»**

Направления
деятельности



Выполнение полного цикла создания проектно-сметной документации для строительства объектов гражданского и промышленного назначения выполнение работ по обследованию технического состояния объектов строительства, выполнение работ по строительству и реконструкции объектов, научно-методическое руководство проектными и строительными работами, разработка и апробация новых технологий и методов в архитектуре и проектировании и строительстве зданий и сооружений, координация разработки и продвижения новых образовательных программ в области архитектуры, проектирования и строительства

Руководитель



Вячеслав Викторович РОМАНЧИКОВ
кандидат технических наук

Контакты



443001, Самара, ул. Ново-Садовая, 18
8-937-070-19-02
romanchikoff@mail.ru

А. А. ПРОКОПОВИЧ
Я. А. БУЗОВСКАЯ

МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ИЗГИБАЕМЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ЗОНАХ ЧИСТОГО И ПОПЕРЕЧНОГО ИЗГИБА

MODELING OF STRESS-DEFORMED STATE OF BENDED REINFORCED CONCRETE ELEMENTS IN ZONES OF CLEAN AND TRANSVERSE BEND

Рассмотрены вопросы анализа напряженно-деформированного состояния (НДС) изгибаемого железобетонного элемента в зонах чистого и поперечного изгиба. Предполагается, что изгибаемый элемент в процессе нагружения (после образования нормальных и наклонных трещин) разделяется на блоки, объединяемые не треснувшим бетоном и арматурой, имеющей сцепление с бетоном. НДС формировалось с использованием результатов экспериментальных исследований специальных опытных образцов в ПК «Лира-САПР». Разработана конечно-элементная модель опытного образца в виде железобетонной балки прямоугольного сечения, нагруженной двумя одинаковыми сосредоточенными силами в пролёте. Методом последовательных приближений реализован процесс образования и формирования системы трещин, которыми балка в процессе нагружения разделяется на блоки. Приведены результаты расчета конечно-элементной модели и сравнение их с опытными данными.

Ключевые слова: *изгибаемые элементы, сцепление арматуры с бетоном, зона чистого изгиба, зона поперечного изгиба, метод конечных элементов*

The article deals with the analysis of the stress-strain state (SSS) of a bent reinforced concrete element in zones of pure and transverse bending. It is assumed that a bent element in the process of loading (after the formation of normal and oblique cracks) is divided into blocks, united by uncracked concrete and reinforcement that has adhesion to concrete. SSS was formed using the results of experimental studies of special prototypes in the PC "Lira-SAPR". A finite element model of a prototype rectangular beam loaded with two identical concentrated forces in the span. By the method of successive approximations, the process of formation and formation of a system of cracks is realized, with which the beam is divided into blocks during loading. The results of calculating the finite element model and their comparison with experimental data are presented.

Keywords: *flexible elements, adhesion of reinforcement to concrete, pure bend zone, lateral bending zone, finite element method*

В процессе эксплуатации железобетонные конструкции зданий и сооружений получают различные повреждения, возникновение которых обусловлено, как правило, агрессивным воздействием окружающей среды или нарушением режима эксплуатации.

Результаты многочисленных натурных обследований эксплуатируемых железобетонных конструкций показывают, что большая доля поврежденных конструкций связана с нарушением сцепления арматуры с бетоном [1–3]. В большей степени такой вид повреждений характерен для изгибаемых элементов (рис. 1), когда вследствие коррозии арматуры, вызываемой разными причинами, разрушается и отслаивается защитный слой бетона. Это приводит не только к снижению долговечности конструкций, но и к снижению их несущей способности, жесткости и трещиностойкости [4–6].

Инженерный метод расчета прочности нормальных сечений изгибаемых железобетонных конструкций с учётом сцепления арматуры с бетоном был предложен А.А. Прокоповичем [4]. Метод расчёта базируется на разработанной автором методике конечно-элементного моделирования железобетонных конструкций с трещинами (нормальными и наклонными). Конструкция, при этом, рассматривается как система, состоящая из бетонных блоков, объединяемых не треснувшим бетоном и арматурой, имеющей сцепление с бетоном.

Как видно из рис. 1, сцепление нарушается не только в зонах образования нормальных трещин, но и в зонах, где возможно образование наклонных трещин. Разрушение таких элементов происходит вследствие исчерпания сцепления арматуры.



Рис. 1. Железобетонные изгибаемые конструкции с нарушенным сцеплением арматуры с бетоном

Напряжённо-деформированное состояние нормальных сечений и методы их расчёта исследованы достаточно полно как экспериментально, так и теоретически.

Вместе с тем проблема расчёта железобетонных конструкций на действие поперечных сил, несмотря на огромное количество исследований как в нашей стране, так и за рубежом, удовлетворительного решения до сих пор не получила [7].

В настоящей статье авторами предпринята попытка теоретического исследования напряжённо-деформированного состояния (НДС) железобетонных изгибаемых элементов по всей длине, основываясь на экспериментальных исследованиях С.А. Галунина [8] и методике конечно-элементного моделирования железобетона, изложенной в [4], с использованием ПК Лира – САПР.

В качестве исследуемых объектов рассмотрены два опытных образца (БЭ и БР-1), испытанные до разрушения [8] (рис. 2). Детально исследовалось НДС только образца БЭ с нарушенным сцеплением арматуры с бетоном, изготовленного из бетона класса В20, конструкция которого приведена на рис. 3. Задача решается

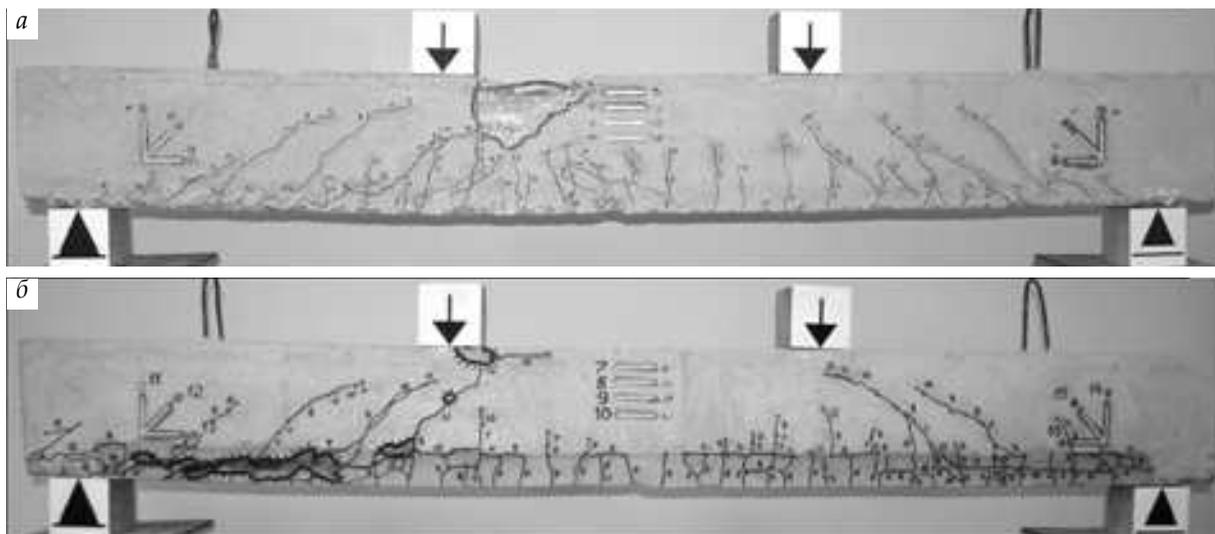


Рис. 2. Опытные образцы после испытания до разрушения: а – эталонный образец (БЭ); б – образец с восстановленным защитным слоем (БР-1)

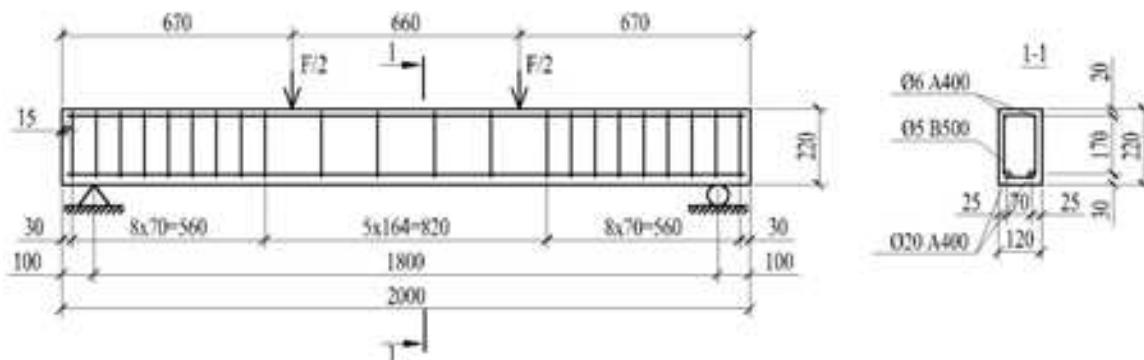


Рис. 3. Конструкция образца БЭ и схема его испытания

лась в линейной постановке с использованием метода последовательных приближений.

Опытный образец БР-1, имеющий те же характеристики, что и БЭ, но с нарушенным и затем восстановленным защитным слоем, использован для анализа схем разрушения опытных образцов с ненарушенным и нарушенным сцеплением продольной арматуры с бетоном.

Как видно из рис. 2, характеры разрушения образцов сильно различаются, хотя оба разрушились практически при одинаковой нагрузке (БЭ – при нагрузке 11,2 тс, БР-1 – при нагрузке 11,7 тс). Разрушение образца БЭ (см. рис. 2, а) – классический вариант разрушения переармированных железобетонных изгибаемых элементов по бетону сжатой зоны.

Разрушение образца БР-1 (см. рис. 2, б) произошло от раздавливания бетона сжатой зоны, характерного для слабо армированных изгибаемых элементов, хотя количество рабочей арматуры в образцах одинаково. Следует отметить тот факт, что, при раздавливании сжатого бетона в зоне чистого изгиба, в зоне поперечного изгиба имеет место нарушение сцепления арматуры с бетоном, причём без нарушения анкеровки арматуры на опоре. Отсюда с очевидностью следует, что раздавливание бетона сжатой зоны вызвано нарушением сцепления арматуры с бетоном в зоне поперечного изгиба, приведшее к резкому увеличению абсолютной деформации арматуры на этом участке, увеличению ширины раскрытия ближайшей нормальной трещины и раздавливанию бетона над ней. Описанный механизм разрушения опытного образца БР-1, как будет показано ниже, подтверждается и расчётом конечно-элементной модели образца БЭ, если в зоне поперечного изгиба нарушить полностью сцепление арматуры с бетоном.

Для изучения НДС опытного образца БЭ были созданы три плоские конечно-элементные модели (КЭ-модели), одинаковые по своей структуре.

Первая КЭ-модель предназначалась для изучения НДС в зоне чистого изгиба при условии полного сцепления арматуры с бетоном.

Вторая КЭ-модель предназначалась для изучения НДС в зоне чистого изгиба при условии полного нарушения сцепления арматуры с бетоном в зоне поперечного изгиба.

Третья КЭ-модель предназначалась для изучения НДС в зоне поперечного изгиба при условии полного сцепления арматуры с бетоном.

Первая и вторая КЭ-модели представлены на рис. 4.

Все элементы опытного образца моделировались плоскими КЭ оболочки (КЭ-41). Все КЭ, моделирующие бетон образца, за исключением элементов, прилегающих к арматуре по бокам, и элементов, прилегающих к арматуре сверху и снизу (рис. 5), имеют толщину 12 см, высоту 1 см, ширину 1 и 0,2 см (для моделирования нормальных трещин). КЭ, моделирующие арматуру ($2\varnothing 20$, $A_s = 6,28 \text{ см}^2$), имеют толщину 6,28 см, высоту 1 см, ширину в соответствии с шириной КЭ, моделирующих бетон. КЭ, моделирующие бетон, прилегающий к арматуре по бокам, имеют толщину 8 см, высоту 1,2 см, ширину в соответствии с шириной КЭ, моделирующих бетон. КЭ, моделирующие контактную зону бетона и арматуры (см. рис. 5), имеют одинаковую высоту, равную 0,1 см, но разную толщину. КЭ, непосредственно прилегающие к арматуре, имеют толщину 6,28 см, остальные – 12 см. Расположение нормальных трещин по длине образца принято равномерным, расстояние усреднённым (15 см) в соответствии с рис. 2, а. Верхняя арматура и хомуты моделировались стержневыми КЭ-10 с модулем упругости 2000000 кгс/см^2 .

Для всех КЭ, моделирующих бетон, модуль упругости принят равным 280000 кгс/см^2 .

Трещины моделировались уничтожением заранее созданных КЭ (см. рис. 4), в которых напряжения превышали величины $1,714 R_{btm}$ (в момент образования трещины) и R_{btm} в процессе её развития, где $R_{btm} = 20,5 \text{ кгс/см}^2$ – сред-

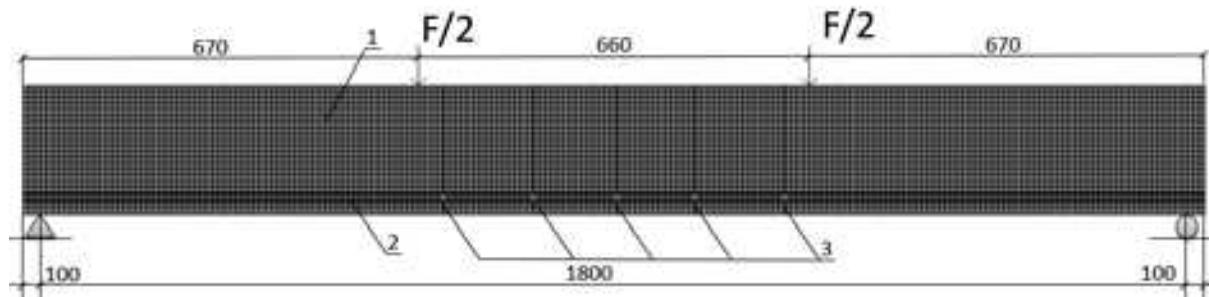


Рис. 4. Конечно-элементная модель опытного образца БЭ:
1 – бетонный образец; 2 – арматура; 3 – предполагаемые места образования трещин

няя прочность бетона при осевом растяжении для бетона класса В20.

Положение вершин трещин устанавливалось методом последовательных приближений.

Нагрузка на КЭ-модели прикладывалась в соответствии с рис. 3.

Наличие или отсутствие сцепления моделировалось, соответственно, наличием или отсутствием элементов, прилегающих непосредственно к арматурному стержню. При достижении в этих элементах касательными напряжениями предельных значений $2,2 R_{btm}$ [4], они удалялись, а к арматуре и бетону прикладывались узловые противоположно направленные усилия N_t (рис. 6). При этом перемещения узлов по верху арматуры, к которым прикладывались узловые усилия, объединялись по Z для вертикальных усилий из арматуры на бетон.

Усилие N_t вычислялось по формуле

$$N_t = 2,2R_{btm} \cdot U \cdot l_{кэ} \cdot n = 284 \text{ кгс,}$$

где $\tau_{сш} = 2,2R_{btm}$ – касательные напряжения, соответствующие прочности сцепления арматуры с бетоном; U – полупериметр арматурного стержня; $l_{кэ}$ – длина конечного элемента; n – количество арматурных стержней.

Напряжённо-деформированные состояния фрагмента КЭ-модели и всей модели в целом в зоне образования первой трещины (в момент её образования) при нагрузке $F = 1534$ кгс представлено на рис. 7 и 8.

Далее, по мере увеличения нагрузки, образовывались соседние трещины, увеличивались высота и ширина их раскрытия.

На рис. 9 представлено НДС первой КЭ-модели при нагрузке $F = 4200$ кг, соответствующей завершению процесса образования нормальных трещин в зоне чистого изгиба.

На рис. 10 представлено НДС второй КЭ-модели при нагрузке $F = 4200$ кг, соответствующей завершению процесса образования нормальных трещин в зоне чистого изгиба. Анализ полученного НДС показывает решающую роль сцепления арматуры с бетоном в зоне поперечного изгиба на напряжённо-деформированное состояние ближайшего нормального сечения с трещиной. Видно, что нарушение сцепления в зоне поперечного изгиба ведёт к увеличению ширины раскрытия нормальной трещины, уменьшению высоты сжатой зоны бетона и разрушению образца от раздавливания бетона над трещиной, что и наблюдалось при испытании опытного образца БЭ [8]. Отсюда вытекает необходимость более детального изучения НДС изгибаемых железобетонных элементов при поперечном изгибе.

Ниже приводится полученная авторами картина НДС опытного образца БЭ (см. рис. 2, а) в зоне поперечного изгиба при разрушающей

нагрузке $F = 12200$ кгс. При этом использована рассмотренная выше методика исследования на осесимметричной КЭ-модели (рис. 11) с уже

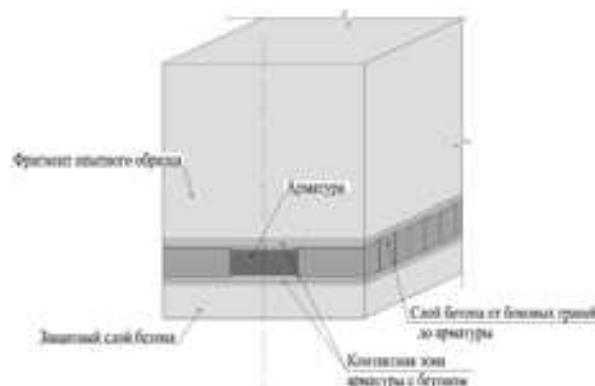


Рис. 5. Схема расположения КЭ в зоне взаимодействия арматуры с бетоном в конечно-элементных моделях

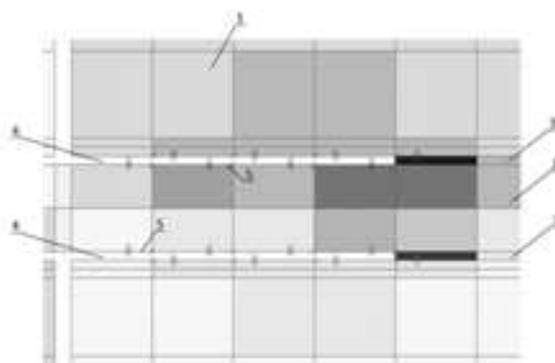


Рис. 6. Моделирование сцепления арматуры с бетоном после достижения в КЭ, прилегающих к арматуре, предельных касательных напряжений: 1 – бетон; 2 – арматура; 3 – контактный слой; 4 – удалённые КЭ; 5 – усилия сцепления между арматурой и бетоном N_t

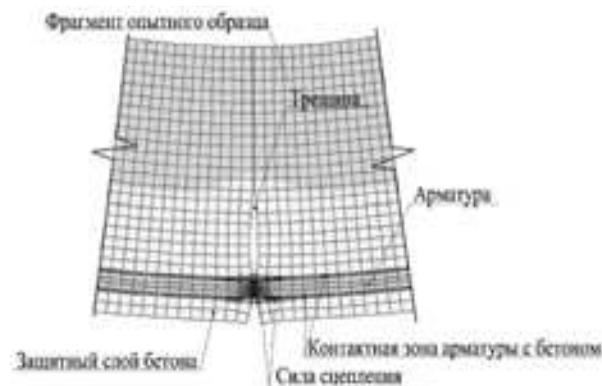


Рис. 7. НДС фрагмента КЭ-модели в момент образования первой нормальной трещины при нагрузке $F = 1534$ кгс

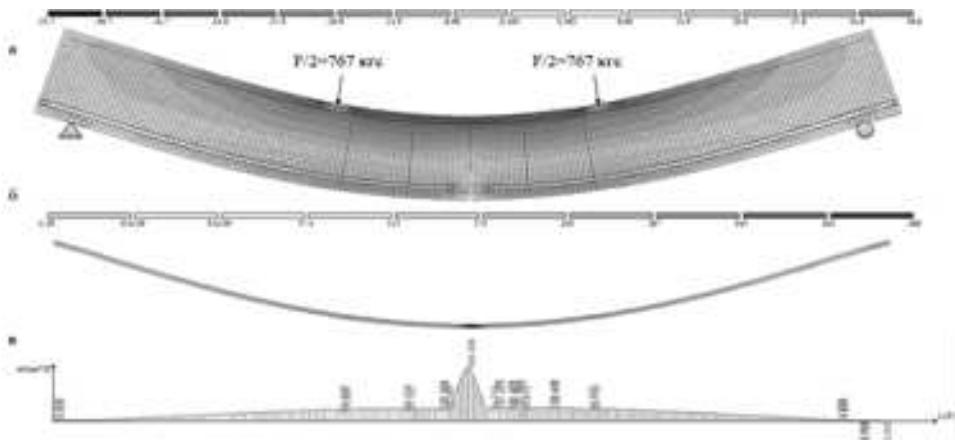


Рис. 8. Напряженно-деформированное состояние КЭ-модели в момент образования первой трещины при нагрузке $F = 1534$ кгс: а – для бетона; б – для арматуры; в – эпюра растягивающих напряжений в арматуре

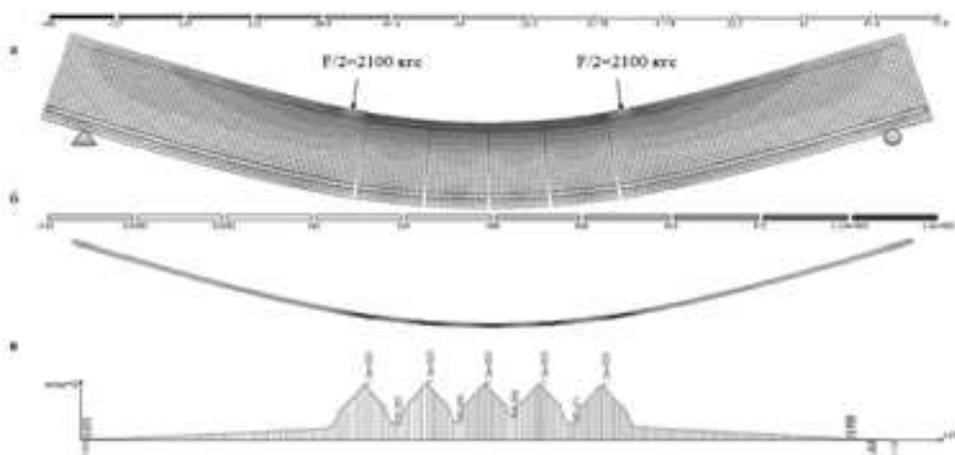


Рис. 9. Напряженно-деформированное состояние КЭ-модели при нагрузке, соответствующей 4200 кг (при которой завершилось образование трещин в зоне чистого изгиба): а – для бетона; б – для арматуры; в – эпюра растягивающих напряжений в арматуре

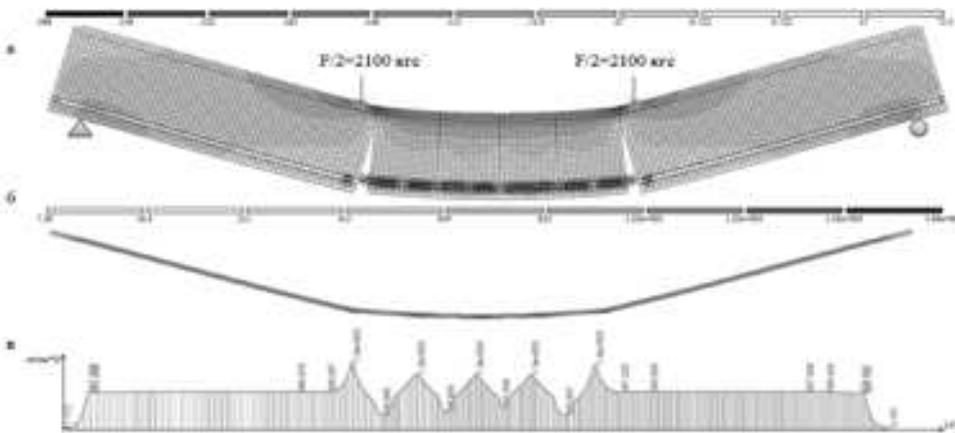


Рис. 10. Напряженно-деформированное состояние второй КЭ-модели при нагрузке $F = 4200$ кгс и полном отсутствии сцепления между арматурой и бетоном в зоне поперечного изгиба: а – для бетона; б – для арматуры; в – эпюра растягивающих напряжений в арматуре

сформированной (применительно к образцу БЭ) системой нормальных и наклонных трещин.

На рис. 12 – 14 представлены полученные в результате расчёта третьей КЭ-модели картины напряжённого деформированного состояния в зонах чистого и поперечного изгиба.

Представленные на рис. 12 – 14 картины напряжённого деформированного состояния третьей КЭ-модели в зонах чистого и поперечного изгиба позволяют судить о характере напряжённо-деформированного состояния изгибаемых железобетонных конструкций как

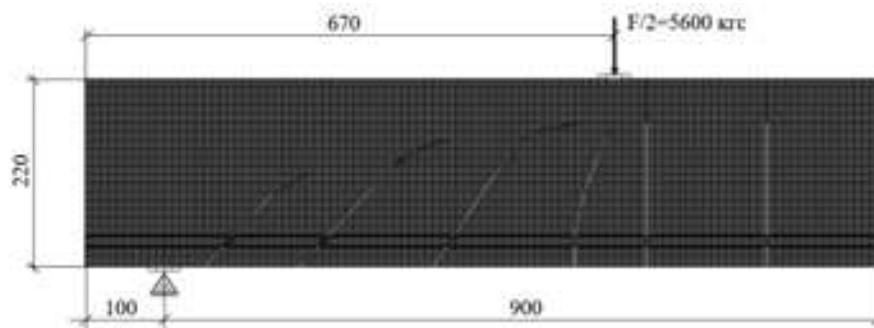


Рис. 11. Третья осесимметричная конечно-элементная модель опытного образца БЭ с сформированной системой нормальных и наклонных трещин при действии разрушающей нагрузки $F = 11200$ кгс

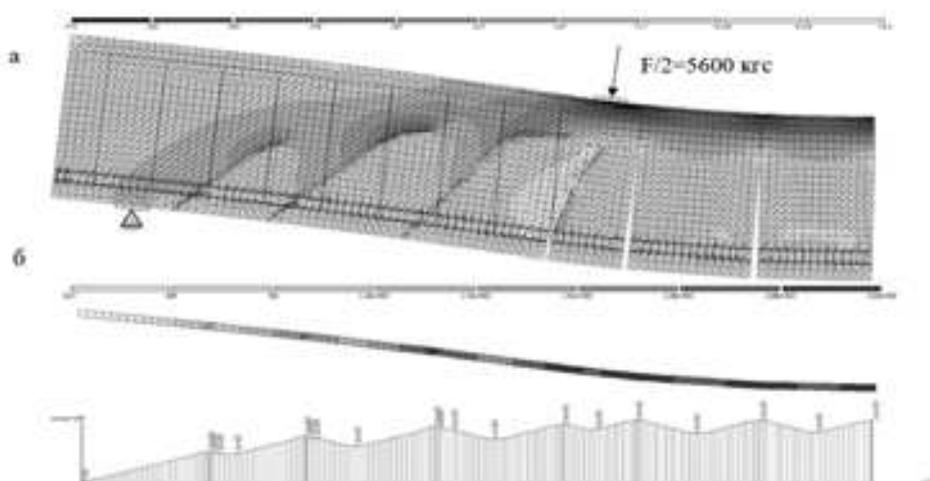


Рис. 12. Напряжённо-деформированное состояние третьей КЭ-модели для зон чистого и поперечного изгиба при разрушающей нагрузке $F = 11200$ кгс: а – главные сжимающие напряжения в бетоне и их траектории; б – эпюра растягивающих напряжений в арматуре

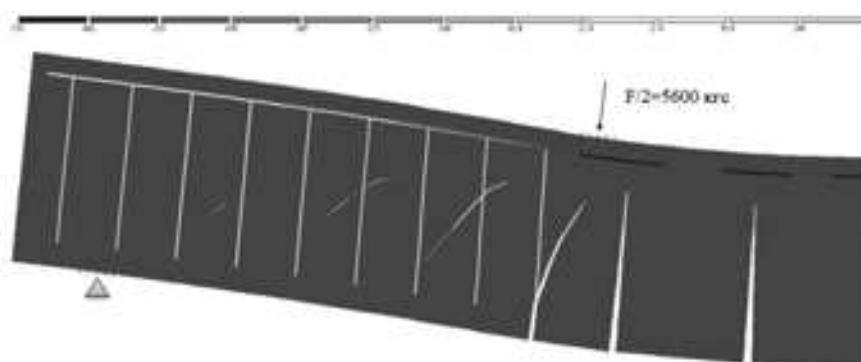


Рис. 13. Усилия в хомутах и верхней арматуре при разрушающей нагрузке $F = 11200$ кгс

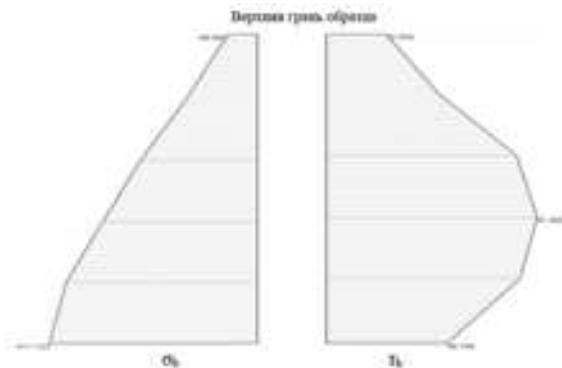


Рис. 14. Эпюры сжимающих (σ) и касательных (τ) напряжений в бетоне в нормальном сечении, проходящем через кончик первой наклонной трещины

в целом, так и в их отдельных зонах и сечениях.

Выводы. 1. Результаты исследования подтверждают эффективность оценки напряжённо-деформированного состояния железобетонных конструкций как систем бетонных блоков, возникающих после образования нормальных и наклонных трещин, объединяемых не треснувшим бетоном и арматурой, имеющей сцепление с бетоном.

2. Разработанная и использованная авторами методика создания и расчёта конечно-элементных моделей позволяет выполнять расчёты железобетонных конструкций с учётом условий сцепления арматуры с бетоном на любой стадии их работы.

3. Полученная в данной работе картина напряжённо-деформированного состояния изгибаемого железобетонного элемента в зоне поперечного изгиба расширяет возможности совершенствования методики расчёта железобетонных элементов по поперечной силе.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Прокопович А. А., Казанков А. П., Пржездецкий Б. В. Основы эксплуатации железобетонных конструкций промышленных зданий. Куйбышев: Куйбышевск. гос. ун-т, 1983. 52 с.
2. Прокопович А. А., Филатов В. Б. Оценка влияния нарушения сцепления арматуры с бетоном на прочность нормальных сечений эксплуатируемых конструкций // Исследование влияния качества изготовления, монтажа и эксплуатации железобетонных конструкций на их несущую способность / НИИЖБ. М., 1986. С. 15–22.
3. Болтухов А. А., Добромислов А. Н. Эксплуатационные качества инженерных сооружений промышленных предприятий // Бетон и железобетон. 1989. № 5. С. 17–26.

4. Прокопович А. А. Сопротивление изгибу железобетонных конструкций с различными условиями сцепления продольной арматуры с бетоном. Самара, 2000. 296 с.

5. Онуфриев Н. М. Усиление железобетонных конструкций промышленных зданий и сооружений. М.: Стройиздат, 1965. 342 с.

6. Руководство по ремонту бетонных и железобетонных сооружений водного транспорта специальными бетонами / ОАО «Гипроречтранс», ООО «Строительные системы». М., 2006. 37 с.

7. Залесов А. С. Краткие заметки о расчете железобетонных конструкций на действие поперечных сил. М., 2008. 32 с.

8. Прокопович А. А., Галунин С. А. Экспериментальное исследование работы железобетонных балок с разрушенным бетоном защитного слоя растянутой зоны и коррозией арматуры, восстановленных с использованием сухих ремонтных смесей «ЭМАКО» // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2008. Т. 10, № 3 (25). С. 915–922.

REFERENCES

1. Prokopovich A.A., Kazankov A.P., Przhezdetskiy B.V. *Osnovy ekspluatatsii zhelezobetonnykh konstruktsij promyshlennykh zdaniy* [Fundamentals of operation of reinforced concrete structures of industrial buildings]. Kuibyshev, 1983. 52 p.
2. Prokopovich A.A., Filatov V.B. Assessment of the effect of disruption of adhesion between reinforcement and concrete on the strength of normal sections of operated structures. *Issledovanie vliyaniya kachestva izgotovleniya, montazha i ekspluatatsii zhelezobetonnykh konstruktsij na ih nesushchuyu sposobnost'* [Research of the influence of the quality of manufacturing, installation and operation of reinforced concrete structures on their bearing capacity] / NIIZhB. M., 1986, pp. 15-22
3. Boltukhov A.A., Dobromyslov A.N. Operational qualities of engineering structures of industrial enterprises. *Beton i zhelezobeton* [Concrete and reinforced concrete], 1989, no. 5, pp. 17-26. (in Russian)
4. Prokopovich A.A. *Soprotivlenie izgibu zhelezobetonnykh konstruktsij s razlichnymi usloviyami sčepeniya prodol'noj armatury s betonom* [Resistance to bending of reinforced concrete structures with different conditions of adhesion of longitudinal reinforcement with concrete]. Samara, 2000. 296 p.
5. Onufriev N.M. *Usilenie zhelezobetonnykh konstruktsij promyshlennykh zdaniy i sooruzhenij* [Strengthening reinforced concrete structures of industrial buildings and structures]. M., Stroyizdat, 1965. 342 p.
6. *Rukovodstvo po remontu betonnykh i zhelezobetonnykh sooruzhenij vodnogo transporta special'nymi betonami / OAO «Giprorchtrans», ООО «Stroitel'nye sistemy»* [Guidelines for the repair of concrete and reinforced concrete structures of water transport with special concretes Giprorchtrans OJSC, Stroitelnye sistemy LLC]. M., 2006. 37 p.
7. Zalesov A.S. *Kratkie zametki o raschete zhelezobetonnykh konstruktsij na dejstvie poperechnykh sil* [Brief notes on the calculation of reinforced concrete structures for the action of transverse forces]. M., 2008. 32 p.

8. Prokopovich A.A., Galunin S.A.. Experimental study of the work of reinforced concrete beams with destroyed concrete of the protective layer of the stretched zone and corrosion of reinforcement, restored using dry repair mixtures "EMACO". *Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskikh akademij nauk* [Bulletin of the Samara Scientific Center of Russian Academies of Sciences], 2008, vol. 10, no. 3 (25), pp. 915-922. (in Russian)

Об авторах:

ПРОКОПОВИЧ Анатолий Александрович
 доктор технических наук, профессор кафедры железобетонных конструкций
 Самарский государственный технический университет
 Академия строительства и архитектуры
 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
 E-mail: prokopovich@inbox.ru

PROKOPOVICH Anatoly A.
 Doctor of Engineering Science,
 Professor of the Reinforced Concrete Structures Chair
 Samara State Technical University
 Academy of Architecture and Civil Engineering
 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya st., 244
 E-mail: prokopovich@inbox.ru

БУЗОВСКАЯ Яна Александровна
 аспирант кафедры железобетонных конструкций
 Самарский государственный технический университет
 Академия строительства и архитектуры
 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
 E-mail: jana69.71.95@mail.ru

BUZOVSKAYA Yana A.
 Postgraduate Student of the Reinforced Concrete Structures Chair
 Samara State Technical University
 Academy of Architecture and Civil Engineering
 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya st., 244
 E-mail: jana69.71.95@mail.ru

Для цитирования: Прокопович А.А., Бузовская Я.А. Моделирование напряженно-деформированного состояния изгибаемых железобетонных элементов в зонах чистого и поперечного изгиба // Градостроительство и архитектура. 2021. Т.11, № 1. С. 26–33. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.01.3.

For citation: Prokopovitch A.A., Buzoskaya Ya.A. Modeling of Stress-deformed State of Bended Reinforced Concrete Elements in Zones of Clean and Transverse Bend. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2021, vol. 11, no. 1, Pp. 26–33. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2021.01.3.

ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР «САМАРАСТРОЙИСПЫТАНИЯ»

Направления
 деятельности



проведение сертификационных испытаний строительной продукции в соответствии с закрепленной областью аккредитации, испытание экспериментальных образцов строительной продукции, испытание опытных образцов при постановке промышленной продукции на производство, испытание зданий и сооружений в процессе приемки и эксплуатации, испытание серийно выпускаемой продукции, периодические испытания образцов, взятых в торговле, контроль качества строительной продукции, периодическая проверка состояния производства, обследование зданий и сооружений, выполнение судебных экспертиз в области строительства и пр.

Руководитель



Владимир Александрович ЗУБКОВ
 кандидат технических наук

Контакты



443001, Самара, ул. Молодогвардейская, 194
 (846) 242-50-87
 samstroyisp@gmail.ru

Д. С. ТОШИН
Е. Э. ХУТОВА
Ю. В. АСТАЕВА

ПРОЧНОСТЬ И ЖЕСТКОСТЬ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАЛОК, ИЗГОТОВЛЕННЫХ НА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ БЕТОНЕ ЗАВОДА ЖБИ

STRENGTH AND STIFFNESS OF REINFORCED CONCRETE BEAMS
MADE ON EXPERIMENTAL COMPOSITION OF A CONCRETE GOODS PLANT

Одним из направлений оптимизации в деятельности заводов стройиндустрии является совершенствование составов бетонных смесей, что требует проведения контрольных мероприятий по оценке показателей, обеспечивающих надежность эксплуатации бетонных и железобетонных конструкций. Прочность бетона в стандартных контрольных образцах-кубах при этом выступает главным параметром, определяющим перспективность вносимых изменений в производство. В данной работе представлены результаты комплексной оценки экспериментального бетона на кубах, призмах и железобетонных балках, которые показали снижение показателей жесткости при применении экспериментального состава.

Ключевые слова: бетон, состав бетона, прочность, жесткость, железобетон, балка, изгибаемый элемент, эксперимент

Деятельность заводов железобетонных изделий (ЖБИ) как субъектов рыночных отношений направлена на сокращение издержек при производстве и реализации бетонной смеси и сборных железобетонных элементов. Одним из направлений снижения расходов действующих производств является работа по подбору оптимальных составов бетонных смесей [1–4]. Основная цель оптимизации заключается в подборе такого состава, при котором обеспечивается максимальное значение прочности при минимальном расходе цемента как наиболее дорогостоящего компонента бетонной смеси.

В лабораториях заводов ЖБИ при выполнении подобных исследовательских работ в первую очередь оценивается прочность бетона по контрольным образцам. При этом известно, что к готовому железобетонному изделию предъявляются не только требования прочности, конструкция должна удовлетворять также условиям жесткости и трещиностойкости [5–8]. Целью данного исследования является экспериментальная оценка прочности и жесткости изгибаемых железобетонных элементов, изго-

One of the options for optimization in the activities of the construction industry plants is the improvement of the composition of concrete mixtures, which requires control measures to assess indicators that ensure the reliability of operation of concrete and reinforced concrete structures. The strength of concrete in standard control cubes is at the same time the dominant parameter that determines the prospects of changes in production. The presented work presents the results of a comprehensive assessment of experimental concrete on cubes, prisms and reinforced concrete beams.

Keywords: concrete, concrete composition, strength, stiffness, reinforced concrete, beam, bending element, experiment

товленных из экспериментального бетона завода ЖБИ.

Отличительной особенностью экспериментального состава бетонной смеси является применение поликарбоксилатного суперпластификатора с относительно повышенным расходом (до 1,5 %) и разнофракционного песка, обеспечивающих более компактную компоновку инертных в структуре бетона, уменьшение пористости и пониженный расход цемента при сохранении прочностных свойств. В качестве крупного заполнителя применялся известняковый щебень марки 600 фракции 5–20 мм, в качестве вяжущего – портландцемент марки 500. Классический бетон изготавливался из того же крупного заполнителя и цемента, но с применением мелкого волжского песка с модулем крупности около 1,2. Расход поликарбоксилата при этом устанавливался существенно ниже – до 0,5 %. В связи с имеющимися отличиями в составе бетонной смеси расход воды при подготовке экспериментального состава назначался примерно в два раза меньше при сохранении одинаковой подвижности (осадка конуса 16–18 см).

В качестве опытных образцов было изготовлено две серии балок. Первая серия выполнялась на бетоне классического состава (далее – серия с индексом «К»), вторая серия – на экспериментальном бетоне завода ЖБИ (далее – серия с индексом «Э»). Для определения кубиковой прочности бетона каждого состава было изготовлено по два образца-куба стандартных размеров. Также было подготовлено по две призмы стандартных размеров из каждого состава бетона для установления призмной прочности и модуля упругости (табл. 1).

Планирование эксперимента предусматривало, что прочность бетона с классическим и экспериментальным составом в балках будет ориентировочно равной. Фактически при испытании образцов кубов получены следующие результаты: кубиковая прочность бетона на классическом составе – 54,4 МПа; на экспериментальном составе – 63,9 МПа (ГОСТ 10180-2012 «Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам»). Призмная прочность для бетона серии «К» и серии «Э» – 48,7 и 50,8 МПа; вычисленные по экспериментальным данным значения модуля упругости 35550 и 33700 МПа соответственно (ГОСТ 24452-80 «Бетоны. Методы определения призмной прочности, модуля упругости и коэффициента Пуассона»). Таким образом, в бетоне экспериментального состава был отмечен меньший показатель модуля упругости (на 5 %) при большей прочности бетона.

При проектировании опытных балок назначались следующие размеры: общая длина 1560 мм, расчетный пролет при испытании (от опоры до опоры) 1500 мм, размеры сечения $b \times h = 120 \times 140$ мм. Железобетонные балки армировались пространственными каркасами двух типов. В средней трети пролета, в которой при испытании создавалась зона чистого изгиба, армирование предусматривалось только

в растянутой зоне: в балках Б10к и Б10э – два стержня диаметром 10 мм класса А400 (тип армирования А1), в балках Б8к и Б8э – два стержня диаметром 8 мм класса А400 (тип армирования А2). Все варианты армирования элементов предусматривали пластический характер разрушения. Фактические размеры образцов имели отклонения от проектных параметров: до 5 % по ширине и высоте сечения, до 7 % по рабочей высоте сечения.

Нагружение железобетонных балок проводилось на испытательном стенде с помощью гидравлического домкрата и с определением величины нагрузки динамометром ДОС-5. Через распределительную traversу нагрузка прикладывалась на образец в виде двух сосредоточенных сил. Измерения деформаций бетона и арматуры выполнялись в средней трети пролета – в зоне постоянного изгибающего момента и при отсутствии поперечной силы. Предусматривалась следующая расстановка приборов и запланированные измерения:

- прогибомеры 6-ПАО с ценой деления 0,01 мм в середине пролета и на опорах – для определения прогиба балки с учетом осадки опор;
- тензометры Гугенбергера (2 шт.) с ценой деления 0,001 мм на верхней грани балок – для определения деформаций бетона на крайнем сжатом волокне;
- мессуры (2 шт.) на каждый арматурный стержень через приваренные резьбовые втулки на основе индикаторов часового типа с ценой деления 0,01 мм при базе измерения 300 мм – для определения средних деформаций арматуры.

Опоры устанавливались как для свободно опертой балки: с одной стороны шарнирно неподвижная опора, с другой стороны шарнирно подвижная опора.

Нагружение балок выполнялось ступенями с выдержкой на каждой ступени. Величина нагрузки на каждой ступени назначалась около 5 % от теоретической разрушающей нагрузки

Таблица 1

Количество образцов опытных кубов, призм, балок

Наименование (шифр) образца, размеры, мм		Тип состава бетонной смеси	Тип армирования	Количество образцов, шт.
Куб 150×150×150		К	-	2
		Э	-	2
Призма 600×150×150		К	-	2
		Э	-	2
Балка 1560×120×140(н)	Б10к	К	А1	1
	Б8к	К	А2	1
	Б10э	Э	А1	1
	Б8э	Э	А2	1

до образования трещин и около 10 % – после образования трещин. На каждой ступени производилось снятие отсчетов с приборов.

За разрушение испытуемых балок принималась величина изгибающего момента, при котором усредненные по двум мессурам значения относительных деформаций продольной арматуры в растянутой зоне достигали $200 \cdot 10^5$, что соответствует физическому пределу текучести стальной арматуры класса А400. После достижения указанных значений в арматуре растянутой зоны отмечался интенсивный прирост деформаций по всем установленным приборам на каждом шаге приращения нагрузки, что характерно для пластического характера разрушения изгибаемых элементов.

В результате экспериментальных исследований балок двух вариантов армирования получены данные, свидетельствующие о снижении прочности балок и повышении их деформативности при использовании экспериментального бетона в сравнении с параметрами, установленными в балках из бетона классического

состава (табл. 2). Прочность балок Б10э и Б8э меньше на 3 и 12 %, чем в балках Б10к и Б8к соответственно. Прогибы балок при достижении деформациями в арматуре растянутой зоны физического предела текучести отличаются незначительно – на 2–3 %, деформации бетона сжатой зоны практически не отличаются в балках с разным составом бетона.

При сопоставлении деформативных свойств балок при условном эксплуатационном уровне нагружения, назначенном в исследовании как $0,6 \cdot M_{ult}$, получены данные, свидетельствующие о более существенном расхождении прогибов, деформаций бетона и арматуры. В балках серии Б10э прогиб превысил на 11 % прогибы в балках серии Б10к, деформации бетона и арматуры оказались больше на 9 и 7 %. При меньшем проценте армирования балок получены более существенные снижения жесткости изгибаемых элементов: в балках серии Б8э прогиб составил 122 % по сравнению с балкой Б8к, деформации бетона и арматуры – 106 и 130 % соответственно.

Таблица 2

Экспериментальные данные о деформациях опытных балок

Шифр образца	Изгибающий момент М		Прогиб f		Деформации бетона в сжатой зоне $\epsilon_s \cdot 10^5$		Деформации арматуры в растянутой зоне $\epsilon_s \cdot 10^5$	
	кН·м	%	мм	%	без размерности	%	без размерности	%
При $M = M_{ult}$ ($\epsilon_s = 200 \cdot 10^5$)								
Б10к	6,07	100	6,13	100	107,0	100	200,0	100
Б10э	5,88	97	6,26	102	103,8	97	200,0	100
Б8к	4,82	100	6,16	100	86,6	100	200,0	100
Б8э	4,22	88	6,33	103	85,9	99	200,0	100
При $M = 0,6 \cdot M_{ult}$ M_{ult} принят для балок из классического бетона								
Б10к	3,64		2,79	100	98,0	100	54,1	100
Б10э	3,64		3,09	111	106,7	109	58,0	107
Б8к	2,89		2,19	100	79,3	100	41,1	100
Б8э	2,89		2,67	122	83,8	106	53,5	130

Выводы. 1. При более высокой прочности в бетоне экспериментального состава получен модуль упругости на 5 % ниже, чем в классическом составе, что характеризует бетон экспериментального состава как более деформативный.

2. Прочность и жесткость балок из бетона экспериментального состава оказалась ниже, чем прочность и жесткость балок из бетона классического состава.

3. При уровне нагружения $M=0,6 \cdot M_{ult}$ отмечено увеличение прогибов балок на 11 и 22 %

для серий Б10э и Б8э по сравнению с сериями Б10к и Б8к соответственно.

4. При оптимизации составов бетонной смеси необходимо контролировать не только прочностные показатели по контрольным образцам-кубам, но и модуль упругости.

5. Испытания доказали обоснованность применения комплексных многофакторных экспериментальных исследований на бетонных и железобетонных образцах при внесении изменений в состав бетонных смесей, применяемых при изготовлении железобетонных конструкций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Калашиников В.И., Тараканов О.В. О применении комплексных добавок в бетонах нового поколения // Строительные материалы. 2017. № 1–2. С. 62–67.
2. Селяев В.П., Низина Т.А., Балбалин А.В. Многофункциональные модификаторы цементных композитов на основе минеральных добавок и поликарбоксилатных пластификаторов // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. Волгоград, 2013. Ч. 2. Вып. 31(50). С. 156–163.
3. Маилян Л.Р., Стельмах С.А., Холодняк М.Г., Щербань Е.М. Выбор состава центрифугированного бетона на тяжелых заполнителях // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2017. № 10. С. 52–57. DOI: 10.12737/article_59cd0c5972afe5.94172861.
4. Ярцев В.П., Репина Е.И., Шеверда В.В. Влияние зернового состава наполнителей из асбестоцементных отходов на физико-механические характеристики цементно-песчаного бетона // Вестник Тамбовского государственного технического университета. 2018. Т. 24, № 1. С. 165–171. DOI: 10.17277/vestnik.2017.03.pp.165-171.
5. Пименов С.И., Ибрагимов Р.А. Влияние минералогического состава цемента при его активации на физико-технические свойства тяжелого бетона // Строительные материалы. 2017. № 8. С. 64–67.
6. Величко Е.Г., Шумилина Ю.С. К проблеме формирования дисперсного состава и свойств высокопрочного бетона // Вестник МГСУ. 2020. Т. 15, № 2. С. 235–243. DOI: 10.22227/1997-0935.2020.2.235-243.
7. Наруть В.В., Ларсен О.А. Самоуплотняющиеся бетоны на основе бетонного лома сносимых жилых зданий // Промышленное и гражданское строительство. 2020. № 2. С. 52–58. DOI: 10.33622/0869-7019.2020.02.52-58.
8. Красиникова Н.М., Кириллова Е.В., Хозин В.Г. Вторичное использование бетонного лома в качестве сырьевых компонентов цементных бетонов // Строительные материалы. 2020. № 1–2. С. 56–65. DOI: 10.31659/0585-430X-2020-778-1-2-56-65.

REFERENCES

1. Kalashnikov V.I., Tarakanov O.V. About the use of complex additives in concretes of a new generation. *Stroitelnye materialy* [Construction Materials Russia], 2017, no. 1-2, pp. 62-67. (in Russian)
2. Selyaev V.P., Nizina T.A., Balbalin A.V. Multifunctional modifiers of concrete composites based on mineral additives and polycarboxylate plasticizers. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta Seriya Stroitelstvo i arkhitektura* [Bulletin of the Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Construction and architecture], part II, 2013, no. 31(50), pp.156-163. (in Russian)
3. Mailyan L.R., Stel'makh S.A., Kholodnyak M.G., Shcherban' E.M. Selection of the composition of cen-

trifuged concrete on heavy fillers. *Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta im V G Shukhova* [The Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov], 2017, no. 10, pp. 52-57. (in Russian) DOI: 10.12737/article_59cd0c5972afe5.94172861.

4. Yartsev V.P., Repina E.I., Sheverda V.V. The effect of the grain structure of asbestos-cement waste fillers on physical and mechanical properties of cement-sand concrete. *Vestnik Tambovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [Transactions of the TSTU], 2018, no. 24(1), pp. 165-171. (in Russian) DOI: 10.17277/vestnik.2017.03.pp.165-171.

5. Pimenov S.I., Ibragimov R.A. Influence of mineralogical composition of cement when activating it on physical-technical properties of heavy concrete. *Stroitelnye materialy* [Construction Materials Russia], 2017, no. 8, pp. 64-67. (in Russian).

6. Velichko E.G., Shumilina Y.S. To the problem of forming the high-strength concrete dispersed composition and properties. *Vestnik MGSU* [VESTNIK MGSU (Monthly Journal on Construction and Architecture)], 2020, no. 15(2), pp. 235-243. (in Russian). DOI: 10.22227/1997-0935.2020.2.235-243.

7. Naruts V.V., Larsen O.A. Self-compacting concrete on the basic of concrete scrap of demolished residential buildings. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo* [Industrial and civil engineering], 2020, no. 2, pp. 52-58. (in Russian). DOI: 10.33622/0869-7019.2020.02.52-58.

8. Krasinikova N.M., Kyrillova E.V., Khozin V.G. Reuse of concrete waste as input products for cement concretes. *Stroitelnye materialy* [Construction Materials Russia], 2020, no. 1-2, pp. 56-65. (in Russian) DOI: 10.31659/0585-430X-2020-778-1-2-56-65.

Об авторах:

ТОШИН Дмитрий Сергеевич

кандидат технических наук, доцент, доцент центра архитектурных, конструктивных решений и организации строительства
Тольяттинский государственный университет
445020, Россия, г. Тольятти, ул. Белорусская, 14,
тел. (8482) 54-63-08
E-mail: D.Toshin@tltsu.ru

TOSHIN Dmitrii S.

PhD in Engineering Science, Associate Professor of the Center for Architectural, Structural Solutions and Construction Management
Togliatti State University
445020, Russia, Samara region, Togliatti, Belorusskaya str, 14,
tel. (8482) 54-63-08
E-mail: D.Toshin@tltsu.ru

ХУТОВА Екатерина Эдуардовна

магистрант
Тольяттинский государственный университет
445020, Россия, г. Тольятти, ул. Белорусская, 14,
E-mail: sivoronova93@mail.ru

KHUTOVA Ekaterina E.

Master's Degree Student
Togliatti State University
445020, Russia, Samara region, Togliatti, Belorusskaya str, 14
E-mail: sivoronova93@mail.ru

АСТАЕВА Юлия Викторовна

магистрант
Тольяттинский государственный университет
445020, Россия, г. Тольятти, ул. Белорусская, 14,
E-mail: astaeva.j@gmail.com

ASTAEVA Yulia V.

Master's Degree Student
Togliatti State University
445020, Russia, Samara region, Togliatti, Belorusskaya str, 14
E-mail: astaeva.j@gmail.com

Для цитирования: *Тошин Д.С., Хутова Е.Э., Астаева Ю.В.* Прочность и жесткость железобетонных балок, изготовленных на экспериментальном бетоне завода ЖБИ // Градостроительство и архитектура. 2021. Т.11, № 1. С. 34–38. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.01.4.

For citation: *Toshin D.S., Khustova E.E., Astaeva Yu.V.* Strength and stiffness of reinforced concrete beams made on experimental concrete of a reinforced concrete products plant. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2021, vol. 11, no. 1, Pp. 34–38. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2021.01.4.

**ИНЖЕНЕРНЫЙ ЦЕНТР
«КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ЭНЕРГОАУДИТ»**





Ю. С. ВЫТЧИКОВ
М. Е. САПАРЁВ
В. А. ГОЛИКОВ
Е. Г. САФРОНОВ

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗАГОРОДНЫХ КОТТЕДЖЕЙ

OPTIMIZATION OF HEAT PROTECTION CHARACTERISTICS OF COUNTRY COTTAGE ENCLOSURES

Представлена методика определения максимально допустимого значения сопротивления теплопередаче наружной стены, при котором достигаются минимальные энергозатраты при эксплуатации зданий с переменным тепловым режимом. Обзор источников, посвященных данной проблеме, показал наличие больших затрат тепловой энергии во время напота помещений. На основе исследований всех составляющих энергозатрат при эксплуатации помещений с системами прерывистого отопления предложена методика определения максимально допустимого сопротивления теплопередаче, обеспечивающего минимальные энергозатраты. По изложенной методике был произведён расчёт для наружных стен, выполненных из различных материалов. Анализ полученных результатов показал, что существенное влияние на максимально допустимое значение сопротивления теплопередаче оказывает комплекс теплофизических величин $c\mu\lambda$. Представленная графическая зависимость $R_0^{уча}$ от комплекса $c\mu\lambda$ позволяет проектировщику рационально выбрать стеновой материал, обеспечивающий минимум энергозатрат при эксплуатации здания. В условиях роста тарифов на энергоносители подобная оптимизация теплозащитных характеристик особенно актуальна для загородных коттеджей, эксплуатируемых в условиях прерывистого отопления.

Ключевые слова: тепловой режим, ограждающая конструкция, прерывистое отопление, сопротивление теплопередаче, энергозатраты

Постоянный рост тарифов на газ приводит к необходимости застройщиков загородных

The article presents a method for determining the minimum permissible value of the heat transfer resistance of the outer wall, at which the minimum energy consumption is achieved during the operation of buildings with variable thermal conditions. A review of the sources devoted to this problem showed the presence of high costs of thermal energy during the heating of premises. On the basis of studies of all components of energy consumption in the operation of premises with intermittent heating systems, the authors of the article propose a method for determining the minimum permissible resistance to heat transfer, which provides minimum energy consumption. According to the described method, the calculation was made for external walls made of various materials. The analysis of the obtained results showed that a significant influence on the minimum permissible value of the heat transfer resistance is exerted by a complex of thermophysical values $c\mu\lambda$. The presented graphical dependence $R_0^{уча}$ on the complex $c\mu\lambda$ allows the designer to rationally choose a wall material that provides a minimum of energy consumption during the operation of the building. In the context of rising energy tariffs, such optimization of thermal protection characteristics is especially important for country cottages operated in intermittent heating conditions.

Keywords: thermal mode, enclosing structure, intermittent heating, heat transfer resistance, energy consumption

коттеджей использовать ограждающие конструкции с повышенными теплозащитными

характеристиками. При этом необходимо учитывать особенности теплового режима зданий с прерывистым отоплением. В связи с тем, что загородные коттеджи эксплуатируются чаще всего лишь в выходные дни и в период отпуска, возникает необходимость в использовании дежурного отопления в рабочие дни.

На рис. 1 представлен характерный график изменения температуры внутреннего воздуха в отапливаемых помещениях загородного коттеджа.

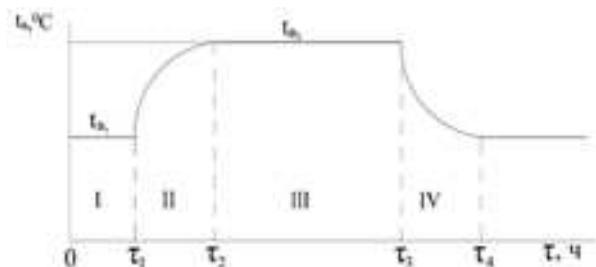


Рис. 1. График изменения температуры внутреннего воздуха в помещениях загородного коттеджа

Из рис. 1 видно, что недельный цикл эксплуатации загородного коттеджа включает четыре стадии.

Первая стадия I ($0 \leq \tau \leq \tau_1$) характеризует период эксплуатации здания при использовании дежурного отопления. Вторая стадия II ($\tau_1 \leq \tau \leq \tau_2$) – период натоп помещений. В результате её реализации происходит прогрев воздуха в отапливаемых помещениях, а также всех наружных и внутренних ограждающих конструкций.

Как показали результаты исследований, представленные в работах [1–5], на натоп помещений расходуется значительная тепловая энергия. Для снижения энергозатрат рекомендуется в работах [2, 5] использовать в однослойных конструкциях малотеплоемкие материалы, а в многослойных – внутреннее утепление с применением высокоэффективных полимерных материалов, обладающих низкой паропроницаемостью.

Третья стадия III ($\tau_2 \leq \tau \leq \tau_3$) осуществляется при наличии людей в коттедже. Согласно современным нормативным требованиям по теплозащите, изложенным в СП 50.13330 «Тепловая защита зданий», в зданиях с периодическим пребыванием людей должны обязательно выполняться лишь санитарно-гигиенические условия, заключающиеся в обеспечении первого и второго условия комфортности.

Согласно [6] первое условие комфортности обеспечивает человеку благоприятный тепловой режим в помещении в целом, второе условие – в непосредственной близости от ограждающих конструкций. Представленные в работах

[7–9] результаты расчетов и экспериментальных исследований показали, что нагрев воздуха в помещении происходит значительно быстрее по сравнению с ограждающими конструкциями, обладающими значительной теплоемкостью.

Последняя четвертая стадия IV ($\tau_3 \leq \tau \leq \tau_4$) происходит после отключения отопительного котла. На ее продолжительность существенное влияние оказывает теплоаккумулирующая способность отапливаемых помещений и кратность воздухообмена [10]. При реализации прерывистого отопления загородных коттеджей целесообразно использовать автоматизированную систему «Умный дом». Натоп помещений можно осуществить при её применении дистанционно, подав сигнал на исполнительный орган отопительного котла перед приездом в коттедж.

Как показали результаты исследований, представленные в работах [1, 2], сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций существенно влияет на энергозатраты при натопе помещений загородного коттеджа и время их нагрева.

Для нахождения оптимальных значений сопротивления теплопередаче однослойных наружных стен исследуем зависимость удельных энергозатрат при эксплуатации загородного коттеджа на экстремум. Суммарные удельные энергозатраты за недельный период эксплуатации здания определяются по формуле

$$Q_{\Sigma} = Q_I + Q_{II} + Q_{III}, \text{ кДж/м}^2, \quad (1)$$

где Q_I , Q_{II} , Q_{III} – удельные энергозатраты при работе дежурного отопления, при натопе помещения коттеджа и при расчетном режиме эксплуатации соответственно.

Удельные энергозатраты на стационарных режимах работы определяются по формуле

$$Q_I = \frac{t_{e1} - t_n}{R_0^{np}} \tau_I, \text{ кДж/м}^2, \quad (2)$$

$$Q_{III} = \frac{t_{e2} - t_n}{R_0^{np}} \tau_{III}, \text{ кДж/м}^2, \quad (3)$$

где t_{e1} , t_{e2} – температура внутреннего воздуха при дежурном и расчетном режимах отопления, °C; R_0^{np} – приведенное сопротивление теплопередаче наружной стены, $(\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$; τ_I , τ_{III} – продолжительность первого и третьего периодов эксплуатации здания, сут.

Удельные энергозатраты при натопе помещения определяются, согласно [2], по формуле

$$Q_{II} = c \cdot \rho \cdot \delta \cdot \Delta t_{\text{ср}}, \text{ Дж/м}^2, \quad (4)$$

где c – удельная теплоемкость материала наружной стены, $\text{Дж}/(\text{м} \cdot \text{°C})$; ρ – плотность мате-

риала стены, кг/м^3 ; δ – толщина наружной стены, м; Δt_c – изменение температуры наружной стены в процессе натопа, $^{\circ}\text{C}$.

$$\Delta t_c = 0,5(t_{\delta 1} - t_{\delta 2}) - \frac{t_{\delta 1} - t_{\delta 2}}{R_0^{ysl}} \left(\frac{1}{\alpha_{\delta}} - \frac{1}{\alpha_n} \right), \quad (5)$$

где $R_0^{ysl} = \frac{R_0^{np}}{r}$ – сопротивление теплопередаче глады наружной стены, $(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})/\text{Вт}$; r – коэффициент теплотехнической однородности; α_{δ} , α_n – значение коэффициента теплоотдачи со стороны внутреннего и наружного воздуха соответственно, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$.

Толщина наружной стены связана с её сопротивлением теплопередаче соотношением

$$\delta = \lambda \left(R_0^{ysl} - \frac{1}{\alpha_{\delta}} - \frac{1}{\alpha_n} \right), \text{ м.} \quad (6)$$

Подставим формулы (5) и (6) в (4). Тогда получим

$$Q_{II} = c\rho\lambda \left(R_0^{ysl} - \frac{1}{\alpha_{\delta}} - \frac{1}{\alpha_n} \right) \left[0,5(t_{\delta 1} - t_{\delta 2}) - \frac{t_{\delta 1} - t_{\delta 2}}{R_0^{ysl}} \left(\frac{1}{\alpha_{\delta}} - \frac{1}{\alpha_n} \right) \right]. \quad (7)$$

Уравнение (1) после подстановки в него формул (2), (3) и (7) примет вид

$$Q_{\Sigma} = \frac{t_{\delta 1} - t_n}{R_0^{ysl} r} \tau_I + \frac{t_{\delta 2} - t_n}{R_0^{ysl} r} \tau_{III} + c\rho\lambda \left(R_0^{ysl} - \frac{1}{\alpha_{\delta}} - \frac{1}{\alpha_n} \right) \left[0,5(t_{\delta 1} - t_{\delta 2}) - \frac{t_{\delta 1} - t_{\delta 2}}{R_0^{ysl}} \left(\frac{1}{\alpha_{\delta}} - \frac{1}{\alpha_n} \right) \right]. \quad (8)$$

Исследуем зависимость для определения Q_{Σ} на экстремум. Для этого получим выражение первой производной $\frac{dQ_{\Sigma}}{dR_0^{ysl}}$ и приравняем его к нулю. Тогда получим выражение для определения R_0^{ysl} , $(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})/\text{Вт}$, вида

$$R_0^{ysl} = \left(\frac{1}{\alpha_{\delta}} - \frac{1}{\alpha_n} \right) + \sqrt{\left(\frac{1}{\alpha_{\delta}} - \frac{1}{\alpha_n} \right)^2 + \frac{(t_{\delta 1} - t_n) \frac{\tau_I}{r} + (t_{\delta 2} - t_n) \frac{\tau_{III}}{r} - 0,5c\rho\lambda(t_{\delta 1} - t_{\delta 2}) \left(\frac{1}{\alpha_{\delta}^2} - \frac{1}{\alpha_n^2} \right)}{0,5c\rho\lambda(t_{\delta 1} - t_{\delta 2})}}. \quad (9)$$

Анализ полученного решения для определения сопротивления теплопередаче наружной стены, соответствующего минимуму удельных энергозатрат, позволил установить, что основное влияние на его значение оказывает наличие теплофизических характеристик используемого материала $c\rho\lambda$.

Проанализируем зависимость (4) для кладки, выполненной из различных материалов. В качестве района строительства примем Самарскую область. При выполнении расчета использовались следующие исходные данные:

1. Температура внутреннего воздуха в котелье при дежурном отоплении $t_{\delta 1} = 12^{\circ}\text{C}$, при расчетном режиме $t_{\delta 2} = 22^{\circ}\text{C}$.

2. Средняя температура наружного воздуха за отопительный период $t_n = t_{on} = -4,7^{\circ}\text{C}$.

3. Продолжительность работы дежурного отопления $\tau_I = 3$ сут, на расчетном режиме $\tau_{III} = 2$ сут.

Расчёт был произведен для наружных стен, выполненных в виде кладок из газобетонных блоков на латексном клею, из пустотелых керамзитобетонных блоков, а также из силикатного и керамического кирпича на цементно-песчаном растворе. Теплофизические характеристики приведенных выше кладок были взяты из СТО 00044807-001-2006 «Теплозащитные свойства ограждающих конструкций строительства».

Результаты расчета представлены в табл. 1. Нумерация вариантов исполнения наружных стен была выбрана с учетом значения комплекса теплофизических величин $c\rho\lambda$, существенно влияющего на энергозатраты при эксплуатации загородного коттеджа.

Нормативное значение сопротивления теплопередаче наружной стены для жилых зданий, строящихся в Самарской области, составляет $R_0^{норм} = 1,49$ ($\text{м}^2 \cdot \text{°C}$)/Вт. Следовательно, значения сопротивления теплопередаче наружных стен, выполненных в виде вкладок из глиняного и силикатного кирпича, соответствующие минимуму энергозатрат, оказались ниже нормативного значения.

На рис. 2 представлена зависимость максимально допустимых значений сопротивления теплопередаче от комплекса $c\rho\lambda$ для всех вариантов исполнения наружных стен.

Используя график, представленный на рис. 2, можно по величине сопротивления теплопередаче глади наружной стены определить необходимую величину комплекса $c\rho\lambda$ для кладки, а далее по справочным данным подобрать сам материал.

В табл. 2 и на рис. 3 представлены результаты расчета удельных энергозатрат при изменении сопротивления теплопередаче наружной стены в диапазоне от 1,0 до 6,0 ($\text{м}^2 \cdot \text{°C}$)/Вт для кладки из газобетонных блоков на латексном клею с плотностью, равной 600 $\text{кг}/\text{м}^3$.

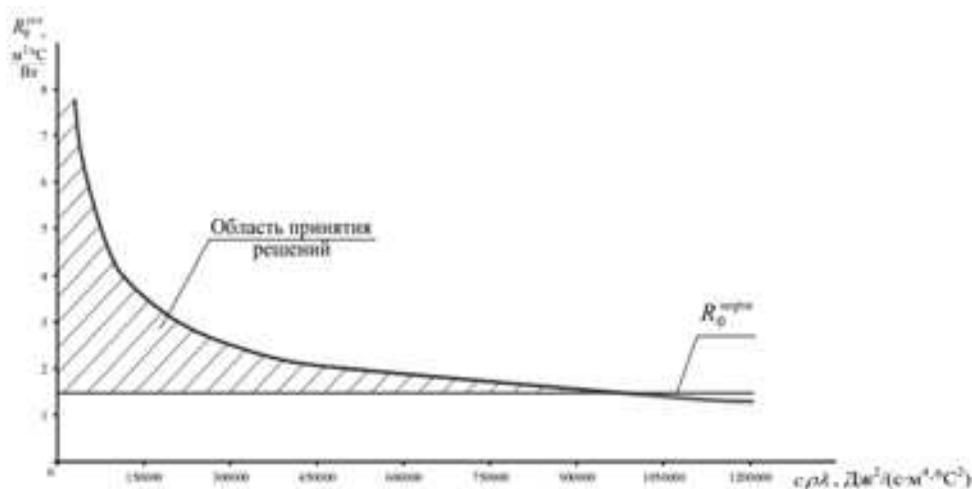


Рис. 2. Зависимость R_0^{max} от комплекса $c\rho\lambda$

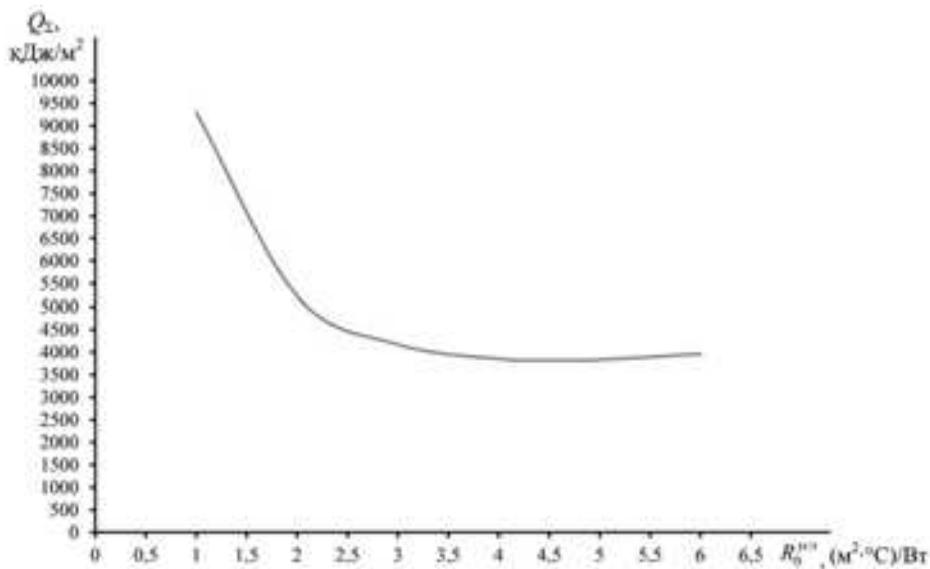


Рис. 3. Зависимость удельных энергозатрат от сопротивления теплопередаче наружной стены

Таблица 1

Результаты расчета сопротивления теплопередаче наружных стен
с минимальными энергозатратами
при эксплуатации загородных коттеджей

№ варианта	Состав наружной стены	Теплофизические характеристики стеновых материалов			Комплекс $\rho r \lambda$, Дж ² /(с·м ⁴ ·°С ²)	Максимально допустимое значение сопротивления теплопередаче $R_{0, \text{доп}}$, (м ² ·°С)/Вт
		Удельная теплоемкость c , Дж/(кг·°С)	Плотность ρ , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м·°С)		
1	Кладка из газобетонных блоков на латексном клею	840	300	0,12	30240	7,76
2	Кладка из газобетонных блоков на латексном клею	840	400	0,13	43680	6,46
3	Кладка из газобетонных блоков на латексном клею	840	600	0,17	85680	4,64
4	Кладка из газобетонных блоков на латексном клею	840	800	0,25	126000	3,84
5	Кладка из керамзитобетонных блоков с трехрядными несквозными блоками на цементно-песчаном растворе	840	880	0,29	214368	2,97
6	Кладка из керамзитобетонных блоков с трехрядными несквозными блоками на цементно-песчаном растворе	840	1060	0,36	320544	2,43
7	Кладка из керамзитобетонных блоков с трехрядными несквозными блоками на цементно-песчаном растворе	840	1270	0,42	448056	2,07
8	Кладка из глиняного кирпича на цементно-песчаном растворе	880	1800	0,7	1108800	1,34
9	Кладка из силикатного кирпича на цементно-песчаном растворе	880	1800	0,76	1203840	1,29

Таблица 2

Результаты расчета удельных энергозатрат
при недельной эксплуатации загородного коттеджа

Сопротивление теплопередаче $R_{0, \text{усл}}$, (м ² ·°С)/Вт	Энергозатраты, кДж/м ²			
	при дежурном отоплении Q_I	при отопле помещений Q_{II}	на расчетном режиме Q_{III}	суммарные энергозатраты Q_{Σ}
1,0	4328,6	4631,8	334,8	9295,2
2,0	2164,3	2306,9	760,9	5232,1
3,0	1442,9	1543,9	1188,1	4174,9
4,0	1082,2	1158,0	1616,4	3856,8
4,64	932,9	998,2	1896,0	3821,1
5,0	865,7	926,4	2044,6	3836,7
6,0	721,4	772,0	2472,5	3965,9

Выводы. 1. Разработана инженерная методика определения максимально допустимого значения сопротивления теплопередаче однослойных ограждающих конструкций, обеспечивающего минимальные энергозатраты при прерывистом отоплении загородных коттеджей.

2. Представлены результаты расчета максимально допустимых значений сопротивления теплопередаче для наружных стен, выполненных из различных стеновых материалов, а также удельных энергозатрат в широком диапазоне теплозащитных характеристик.

3. Полученная аналитическая зависимость позволяет проектировщику загородного коттеджа рационально выбрать стеновой материал, обеспечивающий минимум энергозатрат при эксплуатации здания.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Выхчиков Ю. С., Сапарев М.Е., Чулков А. А. Оптимизация выбора уровня теплозащиты ограждающих конструкций зданий, эксплуатируемых в условиях прерывистого отопления // Промышленное и гражданское строительство. 2017. № 3. С. 90-93.
2. Выхчиков Ю. С., Сапарев М.Е., Беляков И.Г. Математическое моделирование процесса нестационарной теплопередачи через строительные ограждающие конструкции в условиях прерывистого отопления // Международный научно-исследовательский журнал. Екатеринбург, 2016. № 6-2 (48). С. 42-48.
3. Дацюк Т.А., Ивлев Ю.П., Пухкал В.А. Моделирование теплового режима жилых помещений при прерывистом отоплении // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 5. С. 69-70.
4. Иванов В.В., Никитин С.А., Карасева Л.В., Семенчук А.И. Исследование процессов нагрева помещения после включения источника теплоты // Научный вестник ВГАСУ. 2011. № 3. С. 34-39.
5. Семенов Б.А. Нестационарная теплопередача и эффективность теплозащиты ограждающих конструкций зданий. Саратов: Сарат. гос. тех. ун-т, 1996. 176 с.
6. Богословский В.Н. Строительная теплофизика (теплофизические основы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха). М.: Высшая школа, 1982. 415 с.
7. Дацюк Т.А., Ивлев Ю.П., Пухкал В.А. Результаты моделирования микроклимата жилых помещений при разных типах отопительных приборов // Инженерно-строительный журнал. СПб., 2013. № 6. С. 12-21.
8. Кононович Ю.В. Тепловой режим зданий массовой застройки. М.: Стройиздат, 1986. 160 с.
9. Туркин В.П., Тыщенко П.В. Автоматическое управление жилым зданием. М.: Стройиздат, 1987. 192 с.
10. Малавина Е.Г., Цыганов А.В. Влияние различных факторов на темп остывания помещения после отключения теплоснабжения // Известия вузов. Строительство. 2015. № 1. С. 53-59.

Об авторах:

ВЫТЧИКОВ Юрий Серафимович

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

REFERENCES

1. Vytchikov Yu. S., Saparev M.E., Chulkov A. A. Optimization of the choice of the level of thermal protection of enclosing structures of buildings operated in intermittent heating conditions. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo* [Industrial and Civil Engineering], 2017, no. 3, pp. 90-93. (in Russian)
2. Vytchikov Yu. S., Saparev M.E., Belyakov I.G. Mathematical modeling of the process of non-stationary heat transfer through building enclosing structures in intermittent heating conditions. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal* [International Research Journal], 2016, no. 6-2 (48), pp. 42-48. (in Russian)
3. Datsyuk T.A., Ivlev Yu.P., Pukhkal V.A. Modeling of the thermal regime of residential premises with intermittent heating. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern Problems of Science and Education], 2014, no. 5, pp. 69-70. (in Russian)
4. Ivanov V.V., Nikitin S.A., Karaseva L.V., Semenchuk A.I. Investigation of the processes of heating the room after switching on the heat source. *Nauchnyy vestnik VGASU* [Scientific Bulletin of VSUACE], 2011, no. 3, pp. 34-39. (in Russian)
5. Semenov B.A. Nestatsionarnaya teploperedacha i effektivnost' teplozashchity ogradhdayushchikh konstruktсий zdaniy [Non-stationary heat transfer and efficiency of thermal protection of building enclosing structures]. Saratov, Saratov state technical university, 1996. 176 p.
6. Bogoslovskij V.N. Stroitel'naja teplofizika (teplofizicheskie osnovy otopleniya, ventiljacii i kondicionirovaniya vozduha) [Building Thermophysics (thermo-physical fundamentals of heating, ventilation and air-conditioning)]. M., Vysshaja shkola, 1982. 415 p.
7. Datsyuk T.A., Ivlev Yu.P., Pukhkal V.A. Results of modeling the microclimate of residential premises with different types of heating devices. *Inzhenerno-stroitel'nyy zhurnal* [Civil Engineering Magazine], 2013, no. 6, pp. 12-21. (in Russian)
8. Kononovich Yu.V. Teplovoy rezhim zdaniy massovoy zastroyki [Thermal regime of mass construction buildings]. M., Stroyizdat, 1986. 160 p.
9. Turkin V.P., Tyshchenko P.V. Avtomaticheskoe upravlenie zhilym zdaniem [Automatic control of a residential building]. M., Stroyizdat, 1987. 192 p.
10. Malyavina E.G., Tsyganov A.V. Influence of various factors on the rate of cooling of the room after switching off the heat supply. *Izvestiya vuzov. Stroitel'stvo* [Proceedings of the Universities. Construction], 2015, no. 1, pp. 53-59. (in Russian)

VYTCHEKOV Yuri S.

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

САПАРЁВ Михаил Евгеньевич

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

SAPAREV Mikhail E.

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

ГОЛИКОВ Владислав Андреевич

аспирант кафедры общей и прикладной физики
и химии
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: vladislavgol@rambler.ru

GOLIKOV Vladislav A.

Postgraduate Student of the Heat and Gas Supply
and Ventilation Chair
Samara State Technical University
Academy of Civil Engineering and Architecture
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244
E-mail: vladislavgol@rambler.ru

САФРОНОВ Евгений Геннадьевич

кандидат экономических наук, доцент,
доцент кафедры экономики промышленности
и производственного менеджмента
Самарский государственный технический университет
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: ewgenijsafronow@yandex.ru

SAFRONOV Evgeniy G.

PhD in Economic Sciences, Associate Professor the
Industrial Economics and Industrial Management Chair
Samara State Technical University
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244
E-mail: ewgenijsafronow@yandex.ru

Для цитирования: Вытчиков Ю.С., Сапарёв М.Е., Голиков В.А., Сафронов Е.Г. Оптимизация теплозащитных характеристик ограждающих конструкций загородных коттеджей // Градостроительство и архитектура. 2021. Т.11, № 1. С. 39–45. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.01.5.

For citation: Vytchikov Yu.S., Saparev M.E., Golikov V.A., Safronov E.G. Optimization of Heat Protection Characteristics of Country Cottage Enclosures. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2021, vol. 11, no. 1, Pp. 39–45. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2021.01.5.

**НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
«ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА»**

Направления
деятельности



Научно-технический журнал «Градостроительство и архитектура» приглашает Вас опубликовать статью

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, индексируется в системе РИНЦ, каждой статье присваивается идентификатор цифрового объекта DOI

Индекс журнала в Объединенном каталоге «Пресса России»: И70570

Руководитель



Александр Кузьмич СРЕЛКОВ
доктор технических наук, главный редактор

Контакты



443001, Самара, ул. Молодогвардейская, 194
(846) 242-36-98
vestniksgasu@yandex.ru

А. Б. КОСТУГАНОВ
В. В. ДЕМИДОЧКИН

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СРЕДНЕЙ ТЕМПЕРАТУРЫ СТЕНКИ ПЛАСТИНЫ В РЕКУПЕРАТИВНОМ ТЕПЛООБМЕННИКЕ С ГОФРИРОВАННОЙ СЕТЧАТОЙ ВСТАВКОЙ

**DETERMINATION OF THE AVERAGE WALL TEMPERATURE OF THE PLATE
IN A RECUPERATIVE HEAT EXCHANGER WITH A CORRUGATED MESH INSERT**

Рассмотрен вопрос определения значения средней температуры стенки пластины рекуперативного теплообменника типа «воздух – воздух» с гофрированной сетчатой вставкой на основании результатов обработки данных физического эксперимента по определению теплогидравлических характеристик таких теплообменных поверхностей. Установлено, что температурное поле теплообменных поверхностей такого типа является неравномерным, зависит от условий теплообмена и гидравлических режимов течения воздуха. Поэтому принятие среднего арифметического значения измеренных температур поверхности в качестве расчётной средней температуры стенки теплообменника влечёт за собой существенные ошибки в последующей обработке экспериментальных данных и в конечных значениях коэффициентов теплоотдачи, значениях критерия Нуссельта и критериальных уравнениях теплообмена. Предлагается определять среднее значение температуры стенки теплообменника на основании результатов измерений температур стенки, оценки координат центра распределения результатов измерений температур стенки, уравнений теплового баланса и теплопередачи.

Ключевые слова: рекуперативный теплообменник, гофрированная сетчатая вставка, средняя температура стенки, коэффициент теплоотдачи, критерий Нуссельта

Введение

Одним из перспективных направлений повышения энергетической эффективности зданий является утилизация теплоты вентиляционного воздуха за счёт использования рекуперации. По данным [1] в общей структуре потребления тепловой энергии жилым зданием потери теплоты с воздухообменом могут составлять до 25 %, что указывает на значительный потенциал повышения энергоэффективности по данной статье затрат тепловой энергии зданием.

Использование рекуперации в системах вентиляции жилых зданий в РФ на практике

This article discusses the issue of determining the value the average wall temperature of the plate of a recuperative heat exchanger type “air-to-air” with a corrugated mesh insert based on the results processing the data of a physical experiment to determine the thermohydraulic characteristics such heat exchange surfaces. It has been established that the temperature field of heat exchange surfaces of this type is nonuniform, depends on the conditions of heat exchange and hydraulic regimes of air flow. Therefore, the adoption of the arithmetic means value of the measured surface temperatures as the calculated average temperature of the heat exchanger wall entails significant errors in the subsequent processing of experimental data and final the values of the heat transfer coefficients, the values the Nusselt criterion and the criterion equations of heat transfer. It is proposed to determine the average value the wall temperature of the heat exchanger based on the results of measurements the wall’s temperatures, the estimate of the coordinates the center of distribution the results of measurements the wall temperatures, the equations of heat balance and heat transfer.

Keywords: recuperative heat exchanger, corrugated mesh insert, average wall temperature, heat transfer coefficient, Nusselt criterion

затрудняется наличием ряда проблем [1–3], наиболее значимыми из которых, по мнению авторов, являются следующие:

1. Рекуперацию практически возможно использовать только в системах вентиляции с механическим побуждением.

2. Централизованная система механической вентиляции гораздо дороже в строительстве и эксплуатации по сравнению с традиционной для жилых зданий системой естественной вентиляции.

3. Системы децентрализованной (автономной) механической вентиляции помещений

более экономически выгодны по сравнению с централизованными системами. Однако для внедрения в практику строительства систем автономной вентиляции необходимо:

- разработать, усовершенствовать и апробировать конструкции автономных систем для конкретных климатических условий эксплуатации на территории РФ;

- разработать методы их расчёта и монтажа, внедрить эти методы в практику проектирования и в нормативно-техническую документацию в области строительства;

- организовать производство разработанных систем.

4. Разрабатываемые системы децентрализованной (автономной) механической вентиляции должны удовлетворять целому комплексу требований (архитектурно-планировочных, акустических, санитарно-гигиенических, эксплуатационных и др.), многие из которых вступают в противоречие друг с другом, ввиду чего данная задача носит характер задачи комплексной оптимизации.

5. Разрабатываемые системы децентрализованной (автономной) механической вентиляции должны иметь в своём составе эффективные, в первую очередь с энергетической точки зрения, рекуперативные теплообменники – утилизаторы теплоты (РТУТ), которые будут защищены должным образом от опасности обмерзания в расчёте на эксплуатационные температуры холодного периода года.

В нашей стране уже не одно десятилетие ведутся работы по конструированию и внедрению систем децентрализованной (автономной) механической вентиляции и методов их расчёта для жилых зданий [2–12]. В этом же направлении несколько лет работает один из авторов статьи А.Б. Костуганов [13]. Одной из наиболее сложных задач конструирования таких систем является задача проектирования компактного и эффективного теплоутилизатора вентиляционного воздуха. На сегодняшний день известно достаточно большое количество различных компактных конструкций энергоэффективных рекуперативных теплообменников [14–16]. Перспективной и малоизученной конструкцией рекуперативного теплоутилизатора является конструкция с гофрированной сетчатой вставкой. Элемент такой конструкции показан на рис. 1.

Материалы и методы исследования

Наибольший научный интерес представляют теоретические и экспериментальные исследования тепловых и аэродинамических процессов в рекуперативных теплообменниках с целью получения критериальных уравне-



Рис. 1. Элемент РТУТ с гофрированной сеткой

ний, описывающих эти процессы. Полученные уравнения позволяют определять наиболее значимые величины для расчёта и оценки эффективности теплообменников.

Известно, что в случае теплообмена при турбулентном движении воздуха в плоских каналах простой геометрии справедлива зависимость вида:

$$Nu = C \cdot Re^n, \quad (1)$$

где Nu – критерий Нуссельта; Re – критерий Рейнольдса; C, n – константы, зависящие от условий теплообмена.

При движении воздуха в каналах более сложной геометрии, при ламинарном движении в коротких каналах вид зависимости (1) усложняется и в общем случае может быть записан как

$$Nu = C \cdot Re^n \cdot X^m, \quad (2)$$

где X^m – безразмерный фактор (совокупность факторов) более сложных условий теплообмена.

Для получения конкретного вида уравнений (1) и (2) необходимо знать физические величины, входящие в безразмерные критерии. Значения постоянных C, m, n определяются в ходе обработки экспериментальных данных. Для определения критерия Nu необходимо знать коэффициент теплопроводности движущейся среды, характерный размер (эквивалентный диаметр) поверхности теплообмена и коэффициент теплоотдачи. Основная и наиболее трудоёмкая задача состоит в определении коэффициента теплоотдачи. Расчётным путём вычислить данный коэффициент можно лишь в наиболее простых случаях теплообмена. В литературе [17] описан способ расчётного опреде-

ления коэффициентов теплоотдачи для случая лабораторных испытаний теплообменников на теплоносителе воде с выполнением следующих условий:

1. Геометрические характеристики каналов для двух сред, одинаковых по агрегатному состоянию и теплофизическим свойствам, должны быть одинаковыми.

2. Испытания экспериментального теплообменника должны проводиться в режиме рекуператора теплоты, при противоточном движении рабочих сред, равенстве их скоростей и водяных эквивалентов.

3. Должна быть обеспечена возможность измерения начальных и конечных температур рабочих сред и их расходов в экспериментальном теплообменнике с достаточной точностью.

Общая схема такого процесса теплообмена с указанием определяющих температур приведена на рис. 2.

Данную методику можно распространить с соответствующими преобразованиями расчётных выражений, а также на случай подобных испытаний противоточных воздушных рекуператоров. Средний коэффициент теплоотдачи будет вычисляться по уравнению Ньютона-Рихмана:

$$\alpha = \frac{Q}{F(\pm t_{cm} \mp t_g)}, \quad (3)$$

где Q – общий поток теплоты, проходящий через поверхность в единицу времени, Вт;

α – коэффициент теплоотдачи, Вт/(м²·°С);

t_{cm} – температура стенки, °С;

t_g – температура воздуха, °С;

F – площадь поверхности теплообмена, м².

Температура стенки определяется экспериментально или принимается в этапах приближения расчётным путём. Температура воздуха определяется в ходе измерений или

задаётся изначально. Площадь поверхности теплообмена задаётся изначально. Общий поток теплоты вычисляется по формуле

$$Q = G_g c (t'_g - t''_g), \quad (4)$$

где G_g – массовый расход воздуха, кг/с;

c – удельная массовая теплоёмкость воздуха, Дж/(кг·°С);

$(t'_g - t''_g)$ – разность температур воздуха на входе и выходе из теплообменника, °С.

Расчётным путём температуру стенки можно определить по следующим выражениям [17]:

$$t_{cm1} = t_1 - \frac{\Delta t - \Delta t_{cm}}{1 + \varphi}, \quad (5)$$

$$t_{cm2} = t_2 + \frac{\varphi(\Delta t - \Delta t_{cm})}{1 + \varphi}, \quad (6)$$

где t_{cm1} – средняя температура первой поверхности стенки, °С;

t_{cm2} – средняя температура второй поверхности стенки, °С;

t_1 – средняя температура охлаждаемой среды, °С;

t_2 – средняя температура нагреваемой среды, °С;

Δt_{cm} – температурный напор, теряемый на преодоление термического сопротивления стенки, °С;

Δt – средний температурный напор, °С;

φ – отношение первого и второго коэффициентов теплоотдачи.

То есть рассчитать средние температуры стенок теплообменных поверхностей можно, если известны коэффициенты теплоотдачи или если задаться значениями температур в первом приближении и методом последовательных итераций добиваться приемлемой сходимости количеств отданной и воспринятой теплоты по балансовым уравнениям. Первый путь непригоден для теплообменных поверхностей нового типа, а второй путь оказывается, как правило, очень трудоёмким и всегда содержит ошибку точности метода вычисления. При исследовании теплогидравлических характеристик новых теплообменных поверхностей в любом случае необходимо проведение физического эксперимента [18], в ходе которого целесообразно измерять и температуры стенок теплообменника.

Для оценки показателей теплоэнергетической эффективности поверхности теплообмена рекуператоров с различными видами гофрированных сеток, играющих роль турбулизирующих поток воздуха вставок, одним из авторов статьи А.Б. Костугановым были проведены серии экспериментальных исследований в зимний период 2019 – 2020 гг. При проведении экспериментальных исследований рекуперативных теплоутилизаторов с гофрированной



Рис. 2. Общая схема процесса теплообмена

сетчатой вставкой проводились измерения температур стенок теплообменной поверхности, для чего использовались термопары, вмонтированные в конструкцию стенок теплоутилизаторов. Для проведения экспериментальных исследований была разработана лабораторная установка, изображённая на рис. 3.

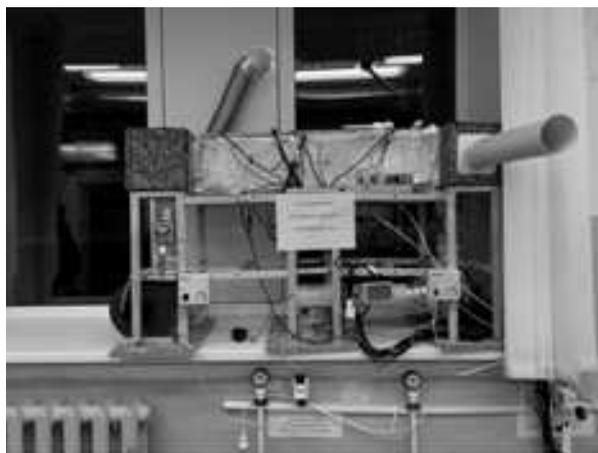


Рис. 3. Лабораторная установка для проведения тепловых и гидравлических испытаний рекуператоров с гофрированной сетчатой вставкой

Лабораторная установка имеет в своём составе два радиальных вентилятора, блок воздушонагревателя, каналы для прохода воздуха, соединительные и фасонные части, воздушные клапаны, датчики для измерения температур поверхностей стенок и воздушных потоков, датчики плотности теплового потока, питомерные трубки и отверстия, систему приёма и хранения данных и два испытуемых рекуператора. Места установки датчиков измерения давлений и схема движения воздушных потоков схематично приведены на рис. 4 и 5.

В зимний период 2019–2020 гг. на данном стенде проводились тепловые и гидравлические испытания РТУТ с гофрированными сет-

ками с начальными размерами ячеек 0,63×0,63, 1,4×1,4, 2×2, 5×5, 8×8 и 10×10 мм. Фрагмент испытуемого рекуператора с гофрированной сеткой 0,63×0,63 мм представлен на рис. 1.

В результате проведения испытаний был получен массив данных размером 3240 строк на 30 столбцов. После выбора стабилизированных значений и исключения промахов размер диапазона исходных данных, принятых к анализу, составил 1800 строк на 30 столбцов. На основании положений литературных источников [17–19] и собственных разработок авторами статьи была произведена дальнейшая обработка и анализ результатов проведённых экспериментальных исследований.

Измерения проводились сериями по 90 мин при разных расходах и температурах приточного и вытяжного воздуха с фиксацией измеряемых параметров с интервалом в одну минуту. При измерениях фиксировались скорости воздушных потоков, температуры и относительные влажности воздуха, температуры стенок РТУТ, температуры и тепловые потоки через наружные стенки стенда, давления и перепады давлений в различных сечениях лабораторного стенда.

Результаты исследования

Выборочный фрагмент полученной таблицы исходных данных с указанием измеренных температур стенок рекуператора представлен в табл. 1.

При первоначальной обработке экспериментальных данных в качестве средней температуры стенки было принято среднее арифметическое значение измеренных температур стенки в точках. При дальнейших этапах обработки экспериментальных данных была выявлена ошибочность данного предположения вследствие следующих полученных результатов:

1. Рассчитанные значения коэффициентов теплоотдачи выходили за физически разумный диапазон значений.

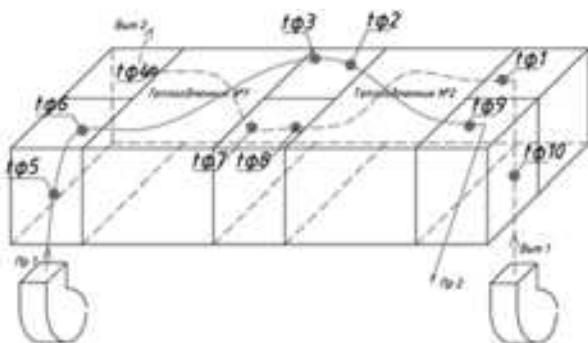


Рис. 4. Схема установки датчиков температуры и движения воздушных потоков

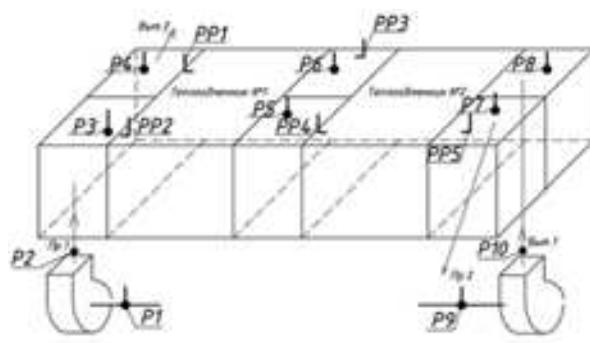


Рис. 5. Схема измерения давлений в лабораторной установке

Таблица 1

Выборка исходных данных с указанием измеренных температур стенок рекуператора

Сторона № 1 стенки пластины					Сторона № 2 стенки пластины						
Температуры стороны № 1 стенки пластины в точках, °С				Средняя температура стороны № 1 стенки пластины по точкам, °С	Средняя температура стороны № 1 стенки пластины в интервале, °С	Температуры стороны № 2 стенки пластины в точках, °С				Средняя температура стороны № 2 стенки пластины по точкам, °С	Средняя температура стороны № 2 стенки пластины в интервале, °С
20,6	16,7	27,1	19,2	20,8	20,8	18,6	23,1	14,1	17,3	20,8	20,8
20,6	16,7	27,0	19,1	20,8		18,6	23,0	14,1	17,3	20,8	
20,6	16,6	27,0	19,1	20,8		18,5	23,0	14,1	17,3	20,8	
20,6	16,7	27,0	19,1	20,8		18,6	23,0	14,1	17,3	20,8	
20,7	16,7	27,1	19,2	20,8	20,8	18,6	23,1	14,1	17,3	20,8	20,8
20,7	16,8	27,1	19,2	20,8		18,7	23,1	14,2	17,4	20,8	
20,7	16,8	27,1	19,2	20,8		18,7	23,1	14,2	17,4	20,8	
20,6	16,7	27,1	19,1	20,8		18,6	23,0	14,1	17,3	20,8	
20,5	16,6	27,0	19,1	20,8	20,8	18,5	23,0	14,1	17,3	20,8	20,8
20,5	16,6	27,0	19,1	20,8		18,5	22,9	14,1	17,2	20,8	
20,5	16,6	26,9	19,0	20,8		18,4	22,9	14,0	17,2	20,8	
20,4	16,5	26,9	19,0	20,8		18,4	22,9	13,9	17,2	20,8	
20,5	16,6	27,0	19,0	20,8	20,8	18,4	22,9	14,0	17,2	20,8	20,8
20,5	16,6	27,0	19,1	20,8		18,5	22,9	14,0	17,2	20,8	
20,5	16,6	27,0	19,1	20,8		18,5	22,9	14,0	17,2	20,8	
20,5	16,6	27,0	19,1	20,8		18,5	22,9	14,0	17,2	20,8	

2. Разница значений плотностей тепловых потоков по обеим сторонам теплопередающей стенки достигала 50 % и более.

3. Разница средних температур поверхностей стенок одной пластины составляла до 5 °С, чего не может быть исходя из физической сущности процесса теплопередачи в данных условиях.

Анализ полученных результатов показал ошибочность допущения простого принятия среднего арифметического значения измеренных температур стенки в точках в качестве средней температуры стенки. Кроме этого, в ходе обработки экспериментальных данных установлено, что при общем ламинарном движении воздуха в каналах действие турбулизированных вставок хотя и существенно увеличивает локальные коэффициенты теплоотдачи, но в то же время способствует образованию пристенных вихрей в канале. В результате ло-

кальные значения коэффициентов теплоотдачи могут существенно отличаться друг от друга, а также уменьшаться, несмотря на увеличение скорости потока. Косвенно данное явление подтверждается и видом кривых аэродинамических характеристик поверхностей теплообмена, построенных для разных типов сеток и приведённых на рис. 6 и 7. Данный факт также свидетельствует о том, что температурное поле теплообменных поверхностей такого типа является неравномерным, зависит от условий теплообмена и гидравлических режимов течения воздуха.

Для решения задачи определения средней температуры стенки рекуператора с учётом рекомендаций [17–19] была принята следующая последовательность обработки результатов эксперимента:

1. По выбранному массиву данных строился вариационный ряд.

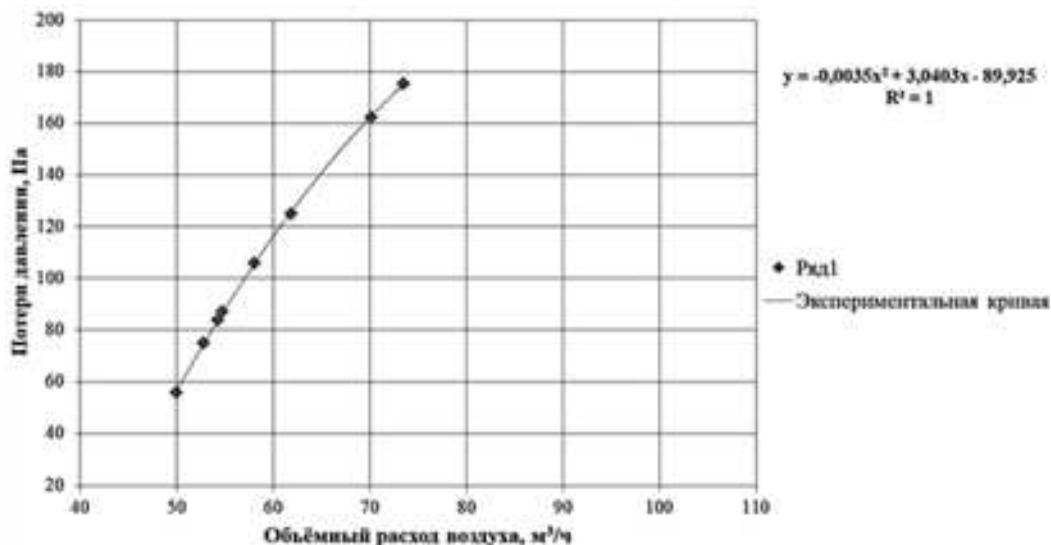


Рис. 6. Аэродинамическая характеристика поверхности теплообмена рекуператора с гофрированной сеткой 2×2 мм

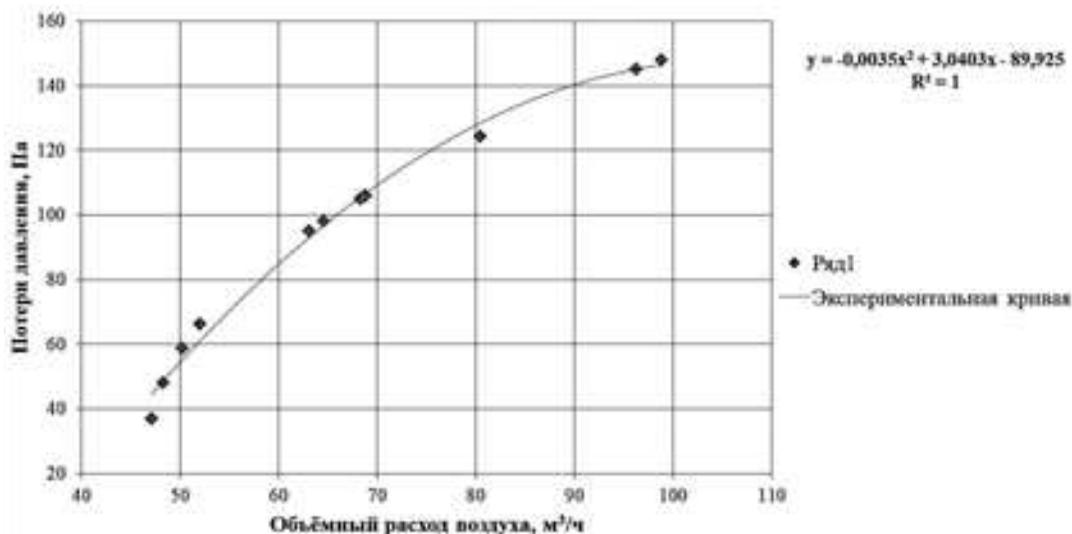


Рис. 7. Аэродинамическая характеристика поверхности теплообмена рекуператора с гофрированной сеткой 10×10 мм

2. Вычислялись координаты центра распределения: среднее арифметическое значение по мгновенному измерению, среднее арифметическое значение 90 % выборки по диапазону вариационного ряда, медиана по мгновенным значениям, медиана по диапазону вариационного ряда, срединный размах, центр размаха, среднее арифметическое значение температуры стенки по средним температурам приточного и вытяжного воздуха.

3. Первое приближение средней температуры стенки рекуператора выбиралось исходя из условия минимального перепада температур на поверхности стенки.

4. Производился расчёт сходимости плотности тепловых потоков через стенку теплообменника на основании уравнений Ньютона-Рихмана и теплового баланса – уравнения (3) и (4).

Выборочный фрагмент полученной таблицы оценки координаты центра распределения температур одной стенки рекуператора представлен в табл. 2.

Из табл. 2 видно, что оценки координаты центра распределения температур стенки РТУТ могут различаться до 2 °С, что является существенной величиной при последующем

Таблица 2

Выборка таблицы оценки координаты центра распределения температур стенки рекуператора

Измеренные по точкам температуры стенки № 1 (вариационный ряд), °С				Среднее арифметическое значение по мгновенному измерению, °С	Среднее арифметическое значение 90 % выборки по диапазону вариационного ряда, °С	Медиана по мгновенным значениям, °С	Медиана по диапазону вариационного ряда, °С	Срединный размах, °С	Центр размаха, °С
16,5	19,0	20,4	26,9	20,9	20,9	19,9	19,8	19,9	21,9
16,6	19,0	20,5	26,9	20,9		19,9			
16,6	19,0	20,5	26,9	20,8		19,9			
16,6	19,0	20,5	26,9	20,9		19,9			
16,6	19,1	20,5	27,0	20,9		20,0			
16,6	19,1	20,5	27,0	21,0		20,0			
16,6	19,1	20,5	27,0	21,0		20,0			
16,6	19,1	20,6	27,0	20,9		19,9			
16,6	19,1	20,6	27,0	20,8		19,8			
16,6	19,1	20,6	27,0	20,8		19,8			
16,6	19,1	20,6	27,0	20,8		19,8			
16,6	19,1	20,6	27,0	20,7		19,7			
16,7	19,1	20,6	27,0	20,8		19,8			
16,7	19,1	20,6	27,0	20,8		19,8			
16,7	19,1	20,6	27,0	20,8		19,8			
16,7	19,1	20,6	27,0	20,8		19,9			
16,7	19,1	20,6	27,0	20,9		19,9			

расчёте. Далее на основании пп. 3 и 4 приведённой выше последовательности обработки результатов эксперимента производился расчёт сходимости плотности тепловых потоков через стенку рекуператора. Обобщённые предварительные результаты проведённых расчётов для нескольких типов гофрированных сетчатых вставок представлены в табл. 3.

Из табл. 3 видно, что в целом величина расхождений плотности тепловых потоков не превышает 15 %, а среднее расхождение по всем сериям экспериментов составило 8 %. Полученные предварительные результаты

свидетельствуют о корректности выбранного метода определения средней температуры стенки теплообменной поверхности рекуператора для данного случая. Следует отметить, что прямое измерение температур стенки также имеет свои недостатки: погрешность термопар, погрешность из-за нарушения геометрии потока вблизи термопары, сложность заделки термопар в конструкцию рекуператора. После проведённой обработки экспериментальных данных средние значения коэффициентов теплоотдачи на всех видах вставок изменялись от 10 до 40 Вт/(м²×°С), что входит в физически разумный диапазон значений.

Таблица 3

Обобщённые результаты проверки
сходимости плотности тепловых потоков
через стенку

Режим испытаний	Плотность теплового потока через стенку, Вт/(м ² ×°С)		Расхождение значений, %
	Приток	Вытяжка	
Сетка 0,63×0,63 режим № 1	2,37	2,43	2,6
Сетка 0,63×0,63 режим № 2	4,87	5,58	14,5
Сетка 0,63×0,63 режим № 3	2,28	1,98	15,0
Сетка 0,63×0,63 режим № 4	5,18	4,62	12,1
Сетка 1,4×1,4 режим № 1	2,45	2,15	13,7
Сетка 1,4×1,4 режим № 2	4,44	5,11	15,2
Сетка 1,4×1,4 режим № 3	2,52	2,31	8,9
Сетка 1,4×1,4 режим № 4	4,30	4,56	6,2
Сетка 2×2 режим № 1	1,94	1,76	10,5
Сетка 2×2 режим № 2	4,41	4,86	10,1
Сетка 2×2 режим № 3	2,74	2,82	2,8
Сетка 2×2 режим № 4	5,51	6,14	11,4
Сетка 2×2 режим № 5	3,25	3,09	5,1
Сетка 2×2 режим № 6	5,96	6,70	12,4
Сетка 5×5 режим № 1	1,77	1,61	10,0
Сетка 5×5 режим № 2	3,68	3,95	7,2
Сетка 5×5 режим № 3	2,03	2,30	13,4
Сетка 5×5 режим № 4	5,06	5,43	7,2
Сетка 5×5 режим № 5	2,53	2,58	1,9
Сетка 5×5 режим № 6	6,58	5,93	11,0

Выводы. 1. Температурное поле теплообменных поверхностей рекуператоров с гофрированной сетчатой вставкой является неравномерным, зависит от условий теплообмена и гидравлических режимов течения воздуха.

2. Принятие среднего арифметического значения измеренных температур поверхности в качестве расчётной средней температуры стенки рекуператора в этом случае влечёт за собой существенные ошибки в последующей обработке экспериментальных данных и в конечных значениях коэффициентов теплоотдачи, значениях критерия Нуссельта, а также в критериальных уравнениях теплообмена.

3. Предлагается определять среднее значение температуры стенки рекуператора при проведении физического эксперимента на основании комплексного и последовательного учёта:

- результатов измерений температур стенки рекуператора;
- оценки координат центра распределения результатов измерений температур стенки;
- уравнений теплового баланса и теплопередачи.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гагарин В. Г., Козлов В. В. Перспективы повышения энергетической эффективности жилых зданий в России. Текст: электронный // Вестник МГСУ: Vestnik MGSU. 2011. № 3. Т.1. (Строительная теплофизика и энергосбережение). URL: <http://www.vestnikmgsu.ru/ru/component/sjarchive/issue/issue.download/2011/3/pdf?part=1> (дата обращения: 21.12.2020).

2. Данилевский Л. Н. Принципы проектирования и инженерное оборудование энергоэффективных жилых зданий: монография. Минск, 2011. 375 с.

3. Костуганов А. Б. К вопросу разработки энергоэффективных систем автономной вентиляции гражданских зданий // Строительство – формирование среды жизнедеятельности: сборник трудов XX Международной межвузовской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых учёных. М., 2017. С. 998–1000.

4. Пат. 2 499 199 Российская Федерация МПК F24F 3/147. Утилизатор теплоты вытяжного воздуха для нагрева приточного / Наумов Александр Лаврентьевич, Наумов Александр Александрович, Серов Сергей Федорович, Будза Александр Олегович; заявитель и патентообладатель Москва, Общество с ограниченной ответственностью «МИКТЕРМ». № 2012127478/12; заявл. 03.07.2012; опубл. 20.11.2013, Бюл. № 32.

5. Пат. Российская Федерация МПК. Приточно-вытяжной вентиляционный прибор для энергосберегающей вентиляции небольших помещений, преимущественно квартир / Ланда Ю. И.; заявитель и патентообладатель Омск, Ланда Юрий Исакович.

№ 2009108672/22; заявл. 10.03.2009; опублик. 20.11.2009, Бюл. № 32.

6. Пат. 2003 117 221 Российская Федерация МПК F24F 5/00, F24F 11/00. Энергосберегающая система вентиляции и кондиционирования воздуха / Кокорин Олег Янович, Балмазов Михаил Валентинович; заявитель и патентообладатель Москва, Закрытое акционерное общество «Обитель». № 2003117221/06; заявл. 10.06.2003; опублик. 20.12.2004, Бюл. № 32.

7. Пат. 2 568 094 Российская Федерация МПК F24F 7/00. Приточно-вытяжное устройство с рекуперацией теплоты / Васильев Григорий Петрович, Абуев Игорь Михайлович, Майорова Наталья Ивановна, Серебрянникова Татьяна Викторовна, Евстратова Наталья Дмитриевна; заявитель и патентообладатель Москва, Открытое акционерное общество «ИНСОЛАР-ИНВЕСТ». № 2014130466/12; заявл. 24.07.2014; опублик. 10.11.2015, Бюл. № 31.

8. Пат. 2 539 668 Российская Федерация МПК F24F 7/08. Приточно-вытяжная установка с рекуперацией теплоты вытяжного воздуха и косвенным адиабатическим охлаждением приточного воздуха / Воскресенский Владимир Евгеньевич, Гримитлин Александр Михайлович, Захаров Дмитрий Анатольевич; заявитель и патентообладатель Санкт-Петербург, Воскресенский Владимир Евгеньевич, Гримитлин Александр Михайлович, Захаров Дмитрий Анатольевич. № 2013118049/12; заявл. 18.04.2013; опублик. 27.10.2014, Бюл. № 30.

9. Колодяжный С. А., Кавыгин А. А. Экспериментальные исследования пластинчатого перекрёстно-противоточного рекуператора в условиях обмерзания // Сборник научных трудов по материалам 143 международной заочной научно-практической конференции «Проблемы и перспективы развития науки и образования в XIX веке». Липецк, 2014. С. 207–208.

10. Кректунов А. О. Теплообменники – утилизаторы с эффективной поверхностью переноса для систем вентиляции и систем кондиционирования воздуха: дис. ... канд. тех. наук. СПб., 2005. 173 с.

11. Кавыгин А. А. Разработка способа эксплуатации пластинчатого рекуперативного теплоутилизатора в условиях обмерзания: дис. ... канд. техн. наук. Воронеж, 2016. 153 с.: ил.

12. Богословский В. Н., Поз М. Я. Теплофизика аппаратов утилизации тепла систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. М.: Стройиздат, 1983. 319 с.: ил.

13. Пат. 189 260 Российская Федерация МПК F24F 7/08. Приточно-вытяжная вентиляционная установка с утилизацией теплоты воздуха [Электронный ресурс] / А. Б. Костуганов; патентообладатель А. Б. Костуганов. № 2019105264 заявл. 25.02.2019 опублик. 17.05.2019, Бюл. № 14. 2019. 2 с.

14. Кейс В. М., Лондон А. Л. Компактные теплообменники. М.: Энергия, 1967. 224 с.: ил.

15. Хаузен Х. Теплопередача при противотоке, прямотоке и перекрестном токе / пер. с нем. И.Н. Дудькина. М.: Энергоиздат, 1981. 383 с.: ил.

16. Чичиндаев А. В. Оптимизация компактных пластинчато-ребристых теплообменников. Ч. I. Тео-

ретические основы. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2003. 400 с.

17. Коваленко Л. М., Глушков А. Ф. Теплообменники с интенсификацией теплоотдачи. М.: Энергоатомиздат, 1986. 240 с.: ил.

18. Семенов Б. А. Инженерный эксперимент в промышленной теплотехнике, теплоэнергетике и теплотехнологиях. 2-е изд., доп. СПб.: Издательство «Лань», 2013. 400 с.: ил.

19. Третьяк Л. Н. Обработка результатов наблюдений [Электронный ресурс]. Оренбург: ГОУ ОГУ, 2004. 171 с.

REFERENCES

1. Gagarin V.G., Kozlov V.V. Prospects for improving the energy efficiency of residential buildings in Russia. *Vestnik MGSU*, 2011, no. 3, vol.1. Available at: <http://www.vestnikmgsu.ru/ru/component/sjarchive/issue/issue.download/2011/3/pdf?part=1> (accessed 21 December 2020) (in Russian)

2. Danilevskiy L.N. *Printsipy proyektirovaniya i inzhenernoye oborudovaniye energoeffektivnykh zhilykh zdaniy. Monografiya* [Design principles and engineering of energy efficient residential buildings. Monograph]. Minsk, 2011. 375 p.

3. Kostuganov A.B. On the development of energy-efficient systems for autonomous ventilation of civil buildings. *Stroitel'stvo – formirovaniye sredy zhiznedeyatel'nosti. (Conference proceedings) Sbornik trudov XX Mezhdunarodnoy mezhvuzovskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii studentov, magistrantov, aspirantov i molodykh uchonykh* [Construction – the formation of an environment for life: a collection of works of the XX International interuniversity scientific-practical conference of students, undergraduates, graduate students and young scientists]. Moscow, 2017, pp. 998–1000. ISBN: 978-5-7264-1660-1. (in Russian)

4. Naumov A.L., Naumov A.A., Serov S.F. Budza AO. *Utilizator teploty vytyazhnogo vozdukha dlya nagreva pritochnogo* [Exhaust air heat exchanger for heating the supply air]. Patent RF, no. 2 499 199 MPK F24F 3/147, 2013.

5. Landa Yu.I. *Pritochno-vytyazhnoy ventilyatsionnyy pribor dlya energosberegayushchey ventilyatsii nebol'shikh pomeshcheniy, preimushchestvenno kvartir* [Supply and exhaust ventilation device for energy-saving ventilation of small rooms, mainly apartments]. Patent RF, no. 2009108672/22, 2009.

6. Kokorin O.Ya., Balmazov B.V. *Energosberegayushchaya sistema ventilyatsii i konditsionirovaniya vozdukha* [Energy efficient ventilation and air conditioning system t]. Patent RF, no. 2003 117 221 MPK F24F 5/00, F24F 11/00, 2004.

7. Vasiliev G.P., Abuev I.M., Mayorova N.I., Serebryannikova T.V., Evstratova N.D. *Pritochno-vytyazhnoye ustroystvo s rekuperatsiyey teploty* [Air handling unit with heat recovery]. Patent RF, no. 2 568 094 MPK F24F 7/00, 2015.

8. Voskresensky BE, Grititlin AM, Zakharov DA. *Pritochno-vytyazhnaya ustanovka s rekuperatsiyey teploty vytyazhnogo vozdukha i kosvennym adiabaticeskim*

okhlazhdeniyem pritochnogo vozdukha [Air handling unit with heat recovery from extract air and indirect adiabatic cooling of supply air]. Patent RF, no. 2 539 668 MPK F24F 7/08, 2014.

9. Kolodyazhny S.A. Experimental studies of a plate cross-counterflow recuperator under freezing conditions. *Sbornik nauchnykh trudov po materialam 143 mezhdunarodnoy zaachnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Problemy i perspektivy razvitiya nauki i obrazovaniya v XXI veke»* [Collection of scientific papers based on the materials of the 143 international correspondence scientific and practical conference "Problems and prospects for the development of science and education in the 21st century"]. Lipetsk, 2014, pp.207-208. (in Russian)

10. Krektunov A.O. *Teploobmenniki – utilizatory s effektivnoy poverkhnost'yu perenosa dlya sistem ventilyatsii i sistem konditsionirovaniya vozdukha*. Kand, Diss. [Heat exchangers – waste heat exchangers with an efficient transfer surface for ventilation and air conditioning systems. Cand. Diss.]. Saint Petersburg, 2005. 173 p.

11. Kavygin A.A. *Razrabotka sposoba ekspluatatsii plastinchatogo rekuperativnogo teploutilizatora v usloviyakh obmerzaniya* Kand, Diss. [Development of a method for operating a plate recuperative heat exchanger in freezing conditions. Cand. Diss.]. Voronezh, 2016. 153 p.

12. Bogoslovsky V.N. *Teplofizika apparatov utilizatsii tepla sistem otopleniya, ventilyatsii i konditsionirovaniya vozdukha* [Thermal physics of heat recovery devices for heating, ventilation and air conditioning systems]. Moscow, Stroyizdat, 1983. 319 p.

13. Kostuganov A.B. *Pritochno-vytyazhnaya ventilyatsionnaya ustanovka s utilizatsiyey teplozy vozdukha* [Air handling unit with heat recovery]. Patent RF, no. 189 260 MPK F24F 7/08, 2019.

14. Kays W.M., London A.L. *Compact Heat Exchangers*. 2nd ed. New York, McGraw-Hill Book Company.

15. Hausen H. *Wärmeübertragung im Gegenstrom, Gleichstrom und Kreuzstrom*. Berlin/Heidelberg, Springer-Verlag, 1950.

16. Chichindayev A.V. *Optimizatsiya kompaktnykh plastinchatykh rebristykh teploobmennikov. Chast' I. Teoreticheskiye osnovy: Uchebnoye posobiye* [Optimization of compact plate-fin heat exchangers. Part I. Theoretical Foundations: Tutorial]. Novosibirsk, Izdatel'stvo Novosibirskiy gosudarstvennyy tekhnicheskii universitet, 2003. 400 p. ISBN 5-7782-0361-6

17. Kovalenko L.M., Glushkov A.F. *Teploobmenniki s intensifikatsiyey teplotdachi* [Heat exchangers with heat transfer intensification]. Moscow, Energoatomizdat, 1986. 240 p.

18. Semenov B.A. *Inzhenernyy eksperiment v promyshlennoy teplotekhnike, teploenergetike i teplotekhnologiyakh: Uchebnoye posobiye* [Engineering Experiment in Industrial Heat Engineering, Heat Power Engineering and Heat Technologies: Textbook]. Saint Petersburg, Izdatel'stvo «Lan'», 2013, 400 p. ISBN 978-5-8114-1392-8

19. Tretyak L.N. *Obrabotka rezul'tatov nablyudeniya* [Processing of observation results]. Orenburg, Orenburgskiy gosudarstvennyy universitet, 2004. 171 p.

Об авторах:

КОСТУГАНОВ Арман Берекевич

старший преподаватель кафедры теплогазоснабжения, вентиляции и гидромеханики

Оренбургский государственный университет

460018, Россия, г. Оренбург, пр. Победы, 13

аспирант кафедры теплогазоснабжения и вентиляции

Самарский государственный технический университет

Академия строительства и архитектуры

443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

E-mail: kostuganovab@gmail.com

KOSTUGANOV Arman B.

Senior lecturer at the Heat and Gas Supply, Ventilation and Hydromechanics Chair Orenburg State University

460018, Russia, Orenburg, Victory Avenue, 13

Postgraduate Student at the Heat and Gas Supply and

Ventilation Chair

Samara State Technical University

Academy of Architecture and Civil Engineering

443100, Russia, Samara, ul. Molodogvardeyskaya, 244

E-mail: kostuganovab@gmail.com

ДЕМИДОЧКИН Виталий Васильевич

кандидат технических наук, доцент,

заведующий кафедрой теплогазоснабжения,

вентиляции и гидромеханики

Оренбургский государственный университет

460018, Россия, г. Оренбург, пр. Победы, 13,

тел. (3532)372426

E-mail: demidochkin@gmail.com

DEMIDOKHIN Vitaly V.

PhD in Engineering Science, Head of the Heat and

Gas Supply, Ventilation and Hydromechanics Chair

Orenburg State University

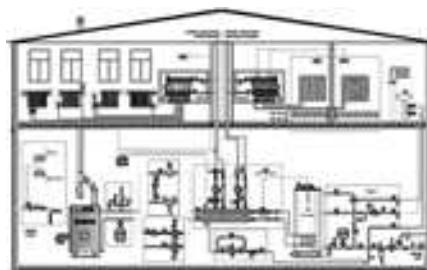
460018, Russia, Orenburg, Victory Avenue, 13,

tel. (835) 32372426

E-mail: demidochkin@gmail.com

Для цитирования: Костуганов А.Б., Демидочкин В.В. Определение средней температуры стенки пластины в рекуперативном теплообменнике с гофрированной сетчатой вставкой // Градостроительство и архитектура. 2021. Т.11, № 1. С. 46–55. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.01.6.

For citation: Kostuganov A.B., Demidochkin V.V. Determination of the Average Wall Temperature of the Plate in a Recuperative Heat Exchanger with a Corrugated Mesh Insert. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2021, vol. 11, no. 1, Pp. 46–55. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2021.01.6.



**А. А. АНЦИФЕРОВ
Е. В. ЧИРКОВА
М. Н. КУЧЕРЕНКО**

УСТРАНЕНИЕ УДАРОВ ПРИ ЗАКРЫТИИ ДИСКОВОГО ЗАТВОРА НА ДРЕНАЖЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ОТСТОЙНИКОВ

**ELIMINATION OF IMPACT WHEN CLOSING THE DISC VALVE
ON THE DRAINAGE OF HORIZONTAL SEDIMENTS**

Рассмотрены причины возникновения удара при закрытии дискового затвора, установленного на трубопроводах, отводящих шламовые воды с горизонтальных отстойников очистных сооружений. Экспериментально опровергнуто предположение о возможности гидравлического удара. Выдвинута гипотеза, что причиной удара является срыв потока жидкости при обтекании плоской пластины на критических углах атаки. Проведён численный эксперимент, заключающийся в моделировании движения потока воды в полностью заполненном замкнутом пространстве трубы. В результате эксперимента выявлено, что срыв потока вызван формированием зон повышенного и пониженного давлений соответственно до и после затвора. Это даёт дополнительную энергию, способствующую увеличению момента закрытия, сопоставимую с усилием пневматического привода, и приводит к гидравлическому удару.

Ключевые слова: горизонтальный отстойник, запорная арматура, затворы дисковые поворотные, режим эксплуатации, гидравлический удар, срыв потока, угол атаки

Применение современных материалов и технологий на водозаборных и очистных сооружениях порой сопровождается определёнными трудностями. Ниже рассматривается проблема, возникшая при замене стальных труб шламоотводов с горизонтальных отстойников очистных сооружений, которые отработали более 30 лет, на стеклобазальтовые трубы по ГОСТ Р 55068-2012 «Трубы и детали трубо-

The reasons for the occurrence of an impact when closing a butterfly valve installed on pipelines that discharge sludge water from horizontal sedimentation tanks of treatment facilities are considered. The assumption about the possibility of water hammer was experimentally refuted. It is hypothesized that the cause of the impact is the disruption of the fluid flow when flowing around a flat plate at critical angles of attack. A numerical experiment was carried out, which consists in modeling the movement of a water flow in a completely filled, closed space of a pipe. As a result of the experiment, it was revealed that the flow stall was caused by the formation of zones of high and low pressure, respectively, before and after the valve. This provides additional energy to increase the closing torque, comparable to the force of a pneumatic actuator, and results in an impact.

Keywords: sedimentation tank, shut-off valves, rotary disc valves, operating mode, hydraulic shock, flow failure, angle of attack

проводов из композитных материалов на основе эпоксидных связующих, армированных стекло- и базальтоволокнами. Технические условия». В качестве запорной арматуры применены дисковые поворотные затворы (ДПЗ) по ГОСТ 12.2.063-2015 «Арматура трубопроводная. Общие требования безопасности». Они широко представлены на рынке запорной арматуры, и в последнее время заметно расширя-

ется сфера их применения. В отличие от клиновой задвижки, шарового или седельного крана, ДПЗ имеет довольно простую конструкцию, меньшие габаритные размеры, менее чувствителен к механическому загрязнению, не имеет застойных зон, ремонтпригоден [1, 2]. Однако расположенные в потоке жидкости ось и тело клапана создают дополнительное гидравлическое сопротивление, а при определённых режимах работы могут проявляться и другие недостатки, например удары при завершении закрытия затвора. Эффект удара при закрытии затвора отмечают некоторые производители, а эксплуатационники даже рекомендуют беречь руки при закрытии клапанов с ручным приводом [3]. Со временем такие удары могут привести к разрушениям уплотнителя затвора (рис. 1), посадочных мест штока, к выходу из строя привода. Целью настоящей работы является установление причины и разработка мероприятий по устранению удара затвора в момент закрытия.

Дренажная система горизонтальных отстойников состоит из отводящих трубопроводов $d_y = 250$ и магистрального трубопровода $d_y = 600$. На ответвлениях установлены ДПЗ, на концевом участке, перед сливом в открытый приёмник, установлена клиновая задвижка. Общая протяжённость системы составляет более 800 м.

Объектом исследования является дренажная система горизонтальных отстойников, предметом – дисковые поворотные затворы двух диаметров: $d_y = 250$ и $d_y = 600$ мм с пневматическим приводом, датчиком крайних положений, ручным дублёром/редуктором (рис. 2). Пневмопривод представляет собой силовой агрегат, предназначенный для преобразования давления рабочей среды в крутящий момент, имеет конструкцию с кулисным механизмом, в котором линейное перемещение поршня преобразуется в поворот выходного вала с углом поворота 90° . Оборудование установлено на трубопроводах, отводящих шламовые воды с горизонтальных отстойников очистных сооружений. Трубопроводы выполнены из стеклобазальтовых труб диаметром 250 и 600 мм в соответствии с СП 40-102-2000 «Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов. Общие требования».

Непосредственно на дренажной системе горизонтальных отстойников проведены натурные испытания работы затворов, имитирующие опорожнение емкости. Выполнены серии испытаний из трех циклов «открытие–закрытие» двух затворов каждого диаметра. Проектный расход воды составлял 100 л/с по трубо-

проводу $d_y = 250$ и 270 л/с по $d_y = 600$, скорость воды – около 2 м/с. Из дренажной трубы диаметром 600 мм вода свободно изливалась в открытый приёмник. При завершении закрытия клапана отчетливо слышался характерный удар. На трубопроводах наблюдались небольшие до 10 мм обратимые смещения трубы и затухающая вибрация. Манометр с диапазоном измерений 0–1,6 МПа, классом точности 1,5, установленный на удалении 1,5 м от затвора $d_y = 250$, скачка давления не показал, что подтверждает отсутствие классического гидравлического удара [4]. Наиболее вероятный источник звука – удар затвора при закрытии о резиновый уплотнитель.

Так как натурные испытания не позволили выяснить причину удара, возникает необходимость в проведении численного эксперимента, позволяющего раскрыть новые аспекты проблемы.

Можно выдвинуть гипотезу, что причиной удара является срыв потока при обтекании плоской пластины в ограниченном цилиндром



Рис. 1. Разрушение уплотнителя затвора



Рис. 2. Дисковый поворотный затвор с пневмоприводом на трубопроводе $d_y = 600$ мм

пространстве. Известно, что полную гидродинамическую силу R можно разложить на три перпендикулярные составляющие в скоростной системе координат трубопровода [4]. В векторной форме

$$\bar{R} = \bar{X} + \bar{Y} + \bar{Z},$$

где \bar{R} – полная гидродинамическая сила;
 \bar{X} – сила лобового сопротивления;
 \bar{Y} – подъемная сила;
 \bar{Z} – боковая сила, в данном случае не учитывается.

По мере постепенного увеличения угла атаки подъемная сила увеличивается (рис. 3, а, б). Очевидно, что сопротивление тоже растет. Необходимо отметить, что на малых углах атаки подъемная сила растет значительно быстрее, чем сопротивление.

По мере увеличения угла атаки подъемная сила хотя и продолжает увеличиваться, но медленнее, а сопротивление растет быстрее, посте-

пенно обгоняя рост подъемной силы. В результате полная гидродинамическая сила \bar{R} начинает отклоняться назад (рис. 3, в). При дальнейшем закрытии затвора, за пластиной образуется мощный вихрь, подъемная сила резко падает, а сопротивление увеличивается (рис. 3, г). Образуется срыв потока – неконтролируемое нарушение баланса процессов ламинарного и турбулентного характера в движении жидкости относительно обтекаемого тела. При достижении критического угла атаки точка срыва потока смещается вдоль верхней поверхности пластины к передней кромке, вследствие чего резко падает подъемная сила и происходит резкое закрытие, которое может сопровождаться ударом [5, 6].

Эти рассуждения подтверждаются производителем «Festo» для ДПЗ, тип VZAV на диаграмме изменения коэффициента пропускной способности, построенной в координатах угол поворота–расход (рис. 4). При малых

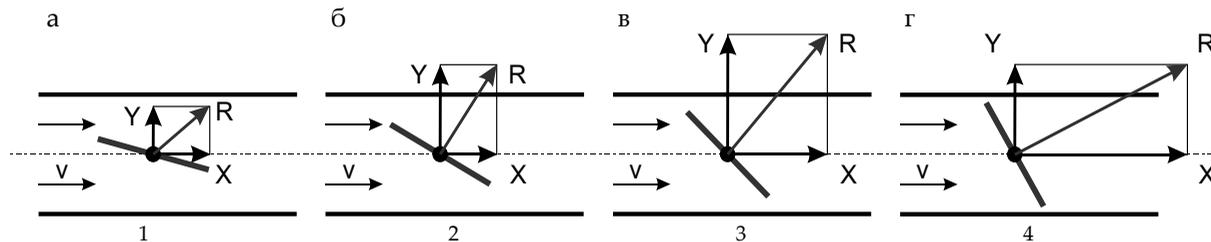


Рис. 3. Этапы закрытия затвора

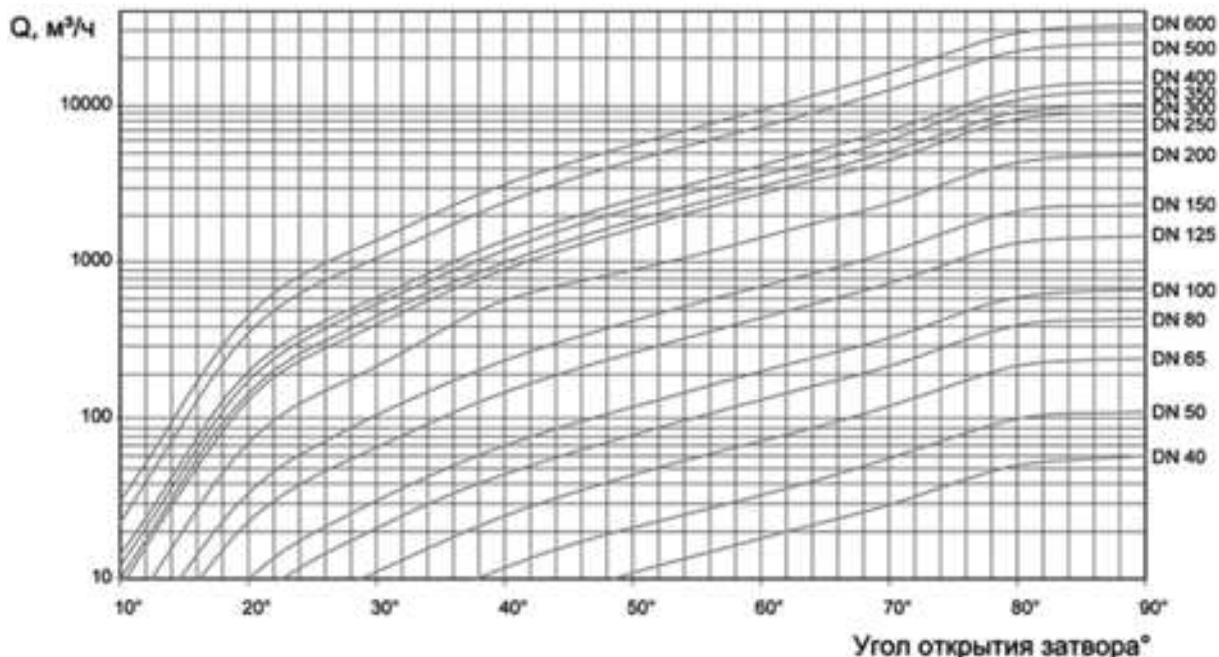


Рис. 4. Диаграмма изменения коэффициента пропускной способности дискового поворотного затвора

углах открытия затвора (0-25°) пропускная способность резко снижается, особенно для диаметров более 250 мм. Диаграмма позволяет выбрать наиболее характерные углы открытия ДПЗ для постановки численного эксперимента, основываясь на теории [4, 10].

Для проверки выдвинутой гипотезы был проведён численный эксперимент, заключающийся в моделировании движения потока воды в полностью заполненном замкнутом пространстве трубы диаметром 250 мм, длиной 1000 мм (по $20d_y$ до и после затвора). Конструктивные особенности реального затвора для решения поставленной задачи несущественны, и для упрощения модели затвор представляет собой плоскую пластину толщиной 10 мм. Построена 3D-модель с применением расчётно-графического пакета Solidworks производства Dassault Systèmes в приложении Solidworks Flow Simulation, предназначенном для параметрического моделирования потоковых процессов в текучей среде методом конечного объёма (CFD-анализ). Определены геометрические и гидравлические граничные условия, проведён расчет перепадов давлений и скоростей воды при обтекании затвора с различными углами открытия (25; 45; 75°). Скорость жидкости принималась равной 2 м/с, давление 101,3 кПа. На рис. 5 показана 3D-модель участка трубы и затвора с углом открытия 25°. Изолинии показывают распределение скоростей.

Визуализированные результаты численного эксперимента, показанные на рис. 6, дают представление о распределении давления. На

рис. 6 видно, как при закрытии увеличивается площадь воздействия повышенного давления. На рис. 6,а зона высокого давления разорвана на две части, а наибольший градиент давлений смещен к передней кромки. На рис. 6,б зона высокого давления увеличилась, стала однородной, воздействует практически на всю верхнюю часть затвора, а у нижней кромки формируется зона более низкого давления. На рис. 6,в вся верхняя часть затвора находится под высоким давлением, а задняя кромка – в зоне разрежения.

На рис. 7 показан сводный график распределения давлений в сечении по оси поворота затвора. При угле открытия 75° перепад давлений $\Delta P = 0,33$ кПа, при 45° – $\Delta P = 0,95$ кПа, при 25° – $\Delta P = 1,56$ кПа. Перепады давления при обтекании затвора дают дополнительную энергию для резкого закрытия, так как динамическое давление определяет кинетическую энергию, перемещаемую с определённой скоростью среды, что и подтверждает выдвинутую гипотезу.

Обобщение результатов проведённых экспериментов позволяет сделать следующий **вывод**: основной причиной резкого увеличения скорости поворота затвора при закрытии, т. е. при повороте до 25°, является срыв потока, обусловленный формированием зон повышенного и пониженного давления соответственно до и после затвора. Значительный перепад давлений даёт дополнительную энергию, способствующую увеличению момента закрытия, сопоставимую с усилием пневмопривода, и приводит к удару диска затвора об уплотнитель. Этот процесс обусловлен особенностями конструкции именно пневматического привода.

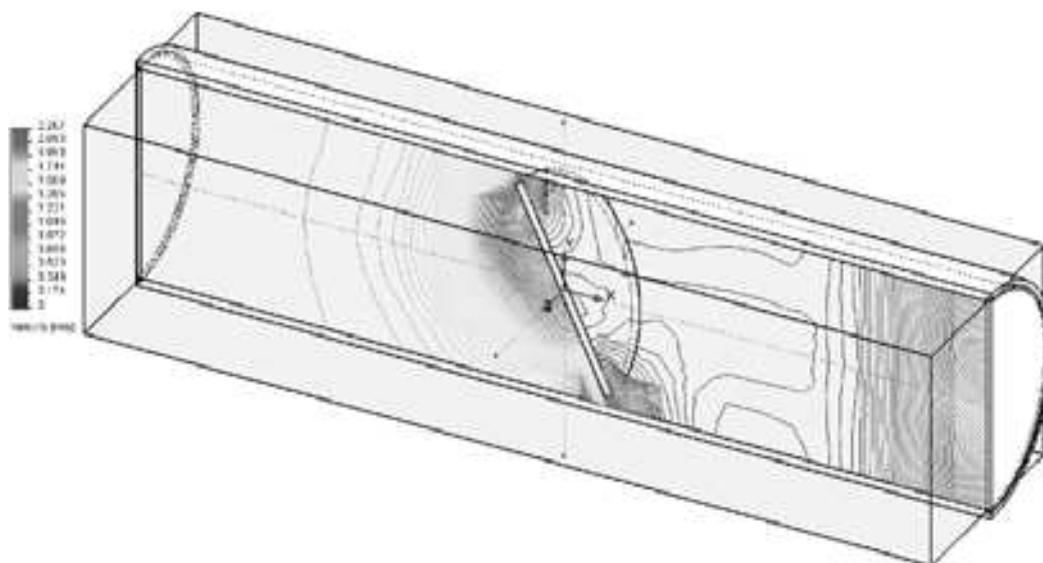


Рис. 5. 3D-модель участка трубы и затвора

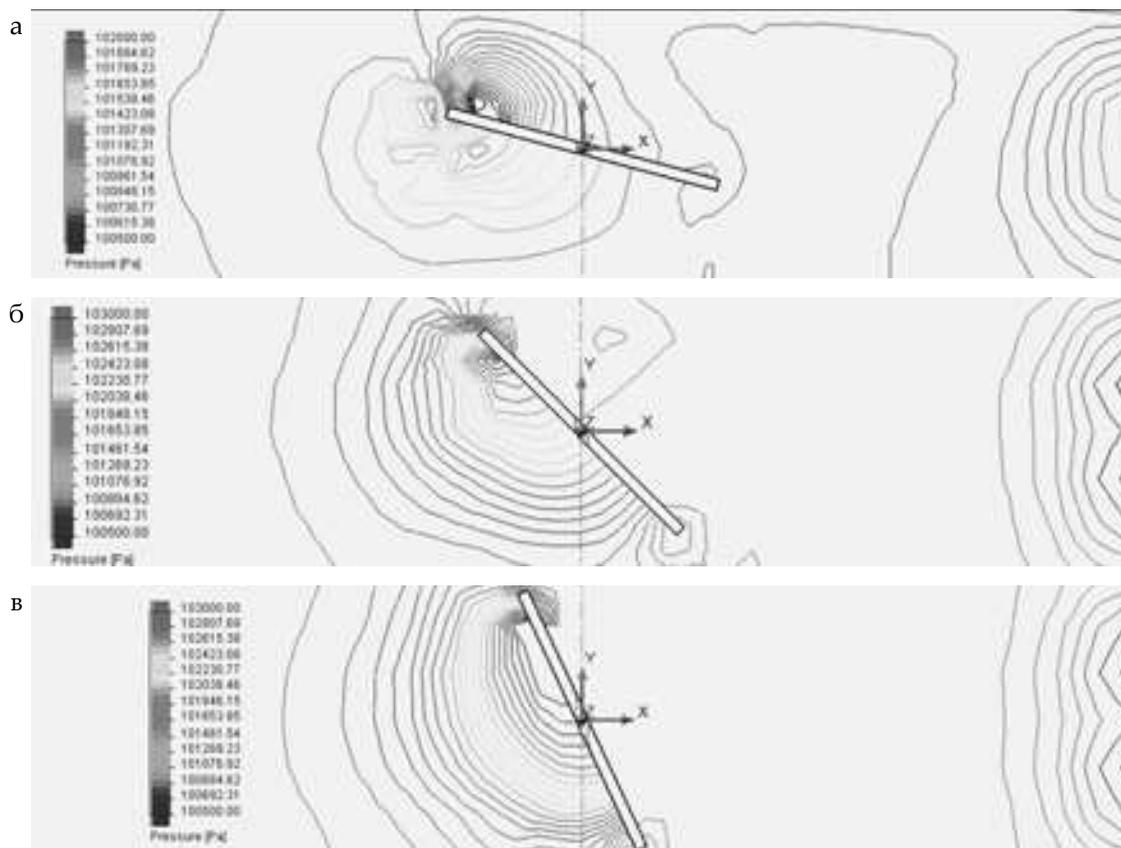


Рис. 6. Эпюра распределения давлений воды при обтекании затвора:
 а – угол открытия 75 °; б – угол открытия 45 °; в – угол открытия 25 °

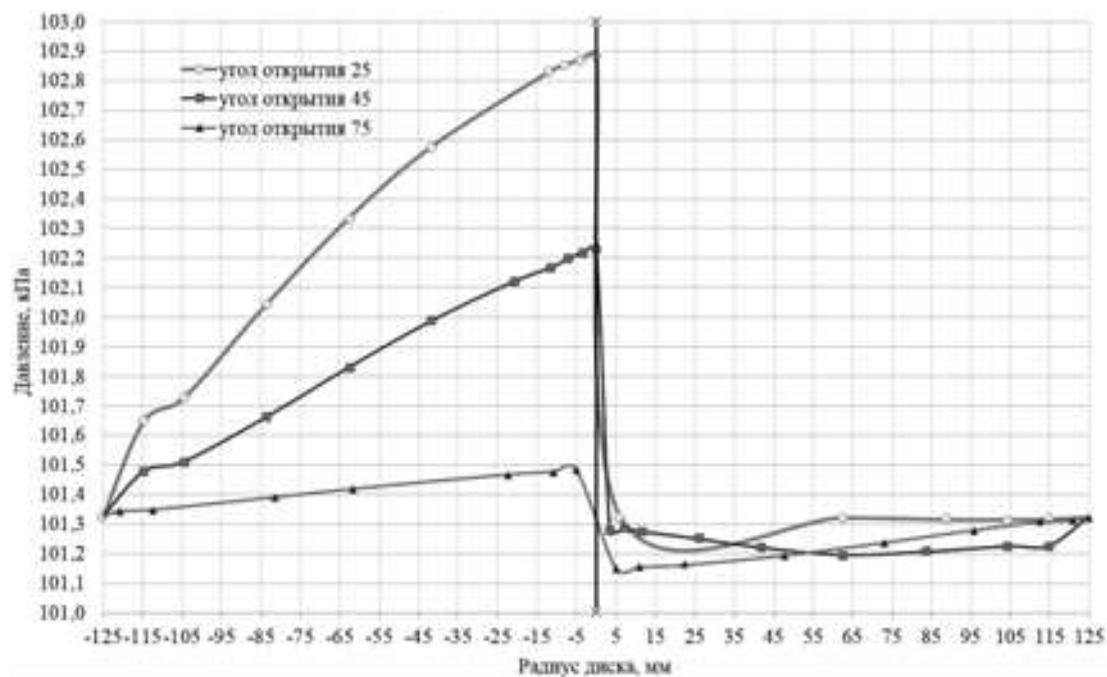


Рис. 7. Распределение давлений в сечении по оси поворота затвора

Для устранения описанной проблемы предлагаются следующие мероприятия:

1. Изменение режима опорожнения ёмкости. Данная рекомендация наиболее простая, малозатратная, не требует замены оборудования и дополнительных монтажных работ.

2. Замена пневмопривода на электропривод и экспериментальный подбор режима закрытия.

3. Изменение формы затвора на более обтекаемую. Решается путем замены затвора при наличии такового у производителя или изготовлении экспериментального образца (при этом требуется проведение дополнительных расчётов, моделирование, апробация).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Antsiferov S.A., Chirkova E.V., Usmanova E.A. Development and testing of a steel regulating thermostatic valve // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 2019. Vol. 698. 7 p. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/698/6/066013> (дата обращения: 20.08.2020).

2. Анциферов С.А., Усманова Е.А. Анализ влияния внутренней коррозии на эксплуатацию трубопроводов // Вестник НГИЭИ. 2015. № 6(49). 5с. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-vliyaniya-vnutrenney-korrozii-na-ekspluatatsiyu-truboprovodov> (дата обращения: 30.01.2019).

3. Тихонов Н.В., Гришаев С.Н. Преимущества и недостатки дисковых поворотных затворов // СОК. 2003. № 3. С. 19–22. URL: <https://www.c-o-k.ru/articles/preimuschestva-i-nedostatki-diskovyh-povorotnyh-zatvorov> (дата обращения: 18.09.2020).

4. Сайридинов С.Ш. Основы гидравлики. М.: Издательство АСВ, 2014. 386 с.

5. Сайридинов С.Ш. Особенности проектирования и эксплуатации систем водоснабжения высотных зданий // Градостроительство и архитектура. 2017. Т.7, № 2. С. 38–47.

6. Лушкин И.А., Левкин Ю.С. Влияние вибрационного воздействия на гидродинамические параметры газожидкостного потока // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. 2018. № 1(197). 6с. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-vibratsionnogo-vozdeystviya-na-gidrodinamicheskie-parametry-gazozhidkostnogo-potoka> (дата обращения: 08.07.2020).

7. Рабинович Е.З. Гидравлика. 2-е изд., испр. и доп. М.: Недра, 1977. 304 с.

effect of internal corrosion on pipeline operation. Vestnik NGIEI [Bulletin of NGIEI], 2015, no. 6(49). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-vliyaniya-vnutrenney-korrozii-na-ekspluatatsiyu-truboprovodov> (Accessed 30 January 2019) (in Russian).

3. Tihonov, N.V., Grishaev S.N. Advantages and disadvantages of butterfly valves. SOK [Plumbing heating air conditioning], 2003, no. 3, pp. 19-22. (in Russian).

4. Sajriddinov S.SH. Osnovy gidravliki: uchebnik dlya vuzov [Fundamentals of hydraulics: a textbook for universities]. Moscow, ASV Publishing House, 2014. 386 p.

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

6. Lushkin I.A., Levkin YU.S. Influence of vibration action on the hydrodynamic parameters of a gas-liquid flow. Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenij. Severo-Kavkazskij region. Tekhnicheskie nauki [Proceedings of higher educational institutions. North Caucasian region. Technical science], 2018, no. 1(197). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-vibratsionnogo-vozdeystviya-na-gidrodinamicheskie-parametry-gazozhidkostnogo-potoka> (Accessed 07 December 2020) (in Russian).

7. Rabinovich E.Z. Gidravlika [Hydraulics]. Moscow, Nedra Publ., 1977. 304 p.

REFERENCES

1. Antsiferov S.A., Chirkova E.V., Usmanova E.A. Development and testing of a steel regulating thermostatic valve. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, 2019, vol. 698. Available at: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/698/6/066013> (Accessed 20 August 2020).

2. Anciferov S.A., Usmanova E.A. Analysis of the

Об авторах:

АНЦИФЕРОВ Сергей Александрович

старший преподаватель центра инженерного
оборудования
Тольяттинский государственный университет
Архитектурно-строительный институт
445667, Россия, г. Тольятти, ул. Белорусская, 14,
тел. +7(8482) 53-92-78
E-mail: salan63@mail.ru

ANCIFEROV Sergej A.

Senior Lecturer of engineering equipment center
Togliatti State University
Institute of Architecture and Civil Engineering
445667, Russia, Togliatti, Belorusskaya str., 14,
tel. +7(8482) 53-92-78
E-mail: salan63@mail.ru

ЧИРКОВА Елена Владимировна

кандидат технических наук, доцент центра
инженерного оборудования
Тольяттинский государственный университет
Архитектурно-строительный институт
445667, Россия, г. Тольятти, ул. Белорусская, 14,
тел. +7(8482) 53-92-78
E-mail: chirkovaev@mail.ru

CHIRKOVA Elena V.

PhD in Engineering Science, Associate Professor
of engineering equipment center
Togliatti State University
Institute of Architecture and Civil Engineering
445667, Russia, Togliatti, Belorusskaya str., 14,
tel.: +7(8482) 53-92-78
E-mail: chirkovaev@mail.ru

КУЧЕРЕНКО Мария Николаевна

кандидат технических наук, доцент, доцент центра
инженерного оборудования
Тольяттинский государственный университет
Архитектурно-строительный институт
445667, Россия, г. Тольятти, ул. Белорусская, 14,
тел. +7(8482) 53-92-78
E-mail: kucherenk_maria@mail.ru

KUCHERENKO Mariya N.

PhD in Engineering Science, Associate Professor
of engineering equipment center
Togliatti State University
Institute of Architecture and Civil Engineering
445667, Russia, Togliatti, Belorusskaya str., 14,
tel.: +7(8482) 53-92-78
E-mail: kucherenk_maria@mail.ru

Для цитирования: Анциферов А.А., Чиркова Е.В., Кучеренко М.Н. Устранение ударов при закрытии дискового затвора на дренаже горизонтальных отстойников // Градостроительство и архитектура. 2021. Т.11, № 1. С. 56–62. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.01.7.

For citation: Anciferov S.A., Chirkova E.V., Kucherenko M.N. Elimination of Impact When Closing the Disc Valve on the Drainage of Horizontal Sediments. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2021, vol. 11, no. 1, Pp. 56–62. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2021.01.7.

С. В. СТЕПАНОВ
О. С. СОЛКИНА
П. П. АВДЕЕНКОВ
А. В. БЕЛЯКОВ
А. С. СТЕПАНОВ

МЕХАНИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД РЫБОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

MECHANICAL AND PHYSICOCHEMICAL METHODS OF WASTEWATER TREATMENT IN THE FISH PROCESSING INDUSTRY

В настоящее время утверждена Стратегия развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года. Для реализации стратегии запланировано строительство новых и реконструкция существующих предприятий. Сточные воды, образующиеся при переработке рыбы, содержат большое количество чешуи, остатков внутренностей (печень, кишки, ястыки), белков и липидов. Поэтому при разработке технологии необходимо уделять повышенное внимание механической и физико-химической предварительной очистке сточных вод, в связи с чем в статье обобщен опыт зарубежных и отечественных исследований по данной теме. Представлены результаты исследований по очистке сточных вод двух предприятий по переработке рыбы. Показано, что применение $Al_2(SO_4)_3$ с дозой 50 мг/л по Al_2O_3 дало наилучшие результаты в лабораторном эксперименте.

Ключевые слова: сточные воды, рыбохозяйственный комплекс, канализационные очистные сооружения, рыбоперерабатывающая промышленность, механическая очистка, физико-химическая очистка, коагулирование, флотация

В настоящее время утверждена Стратегия развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года, согласно которой добыча (вылов) биологических ресурсов будет увеличена до 5396 тыс. т к 2030 году. Для реализации этой стратегии запланировано строительство новых и реконструкция существующих предприятий, судов рыбопромыслового флота [1, 2].

Производство рыбной продукции неразрывно связано с генерацией большого количества сточных вод.

Характерной чертой сточных вод рыбоперерабатывающих предприятий является высокое содержание органических загрязнений – белков, жиров, небелковых азотистых за-

Currently, the Strategy for the development of the fishery sector of the Russian Federation for the period up to 2030 has been approved. To implement this strategy, the construction of new and reconstruction of existing enterprises is planned. Wastewater from fish processing contains a large amount of scales, remnants of entrails (liver, intestines, ovaries), proteins and lipids. Therefore, when developing a treatment technology, it is necessary to pay increased attention to mechanical and physicochemical pre-treatment of effluents. This article summarizes the experience of foreign and domestic research on mechanical and physical-chemical wastewater treatment. Also presented are the results of studies on wastewater treatment of two fish processing enterprises. The use of $Al_2(SO_4)_3$ at a dose of 50 mg/l for Al_2O_3 gave the best results in a laboratory experiment.

Key words: waste water, fishery complex, sewage treatment facilities, fish processing industry, mechanical treatment, physical and chemical treatment, coagulation, flotation

грязнений, моющих средств, поваренной соли. Загрязнения, как правило, содержатся в виде взвешенных частиц, суспензий, эмульсий, коллоидных систем и растворенных в воде веществ в молекулярной или ионной форме [3].

Механическая очистка направлена на выделение из сточных вод грубодисперсных органических и минеральных включений. Главная её задача – подготовка стоков к другим методам очистки. В российской и зарубежной литературе практически отсутствуют данные по работе решёток, грохотов, сит, процеживателей и т. д. Результат работы установок механической очистки очень важен, так как в сточных водах рыбоперерабатывающей промышленности присутствуют ткани рыб, слизь, которые могут

забивать прозоры решеток и сетки барабанных процеживателей. Результаты исследований по безреагентному отстаиванию сточных вод рыбоконсервной промышленности приведены в табл. 1.

Эффективность безреагентного отстаивания была достаточно низкая, %: ХПК – 30-57, взвешенные вещества – 46-61, жиры – 44-75.

Применение различных коагулянтов было изучено для очистки сточных вод пресервного завода, качество исходного стока которого составляло, мг/л: ХПК – 4817, взвешенные вещества – 1600, жиры – 1674. Наиболее эффективным коагулянтом оказался оксихлорид алюминия с дозой 56 мг/л по Al_2O_3 , эффективность, %: ХПК – 80, взвешенные вещества – 92,1, жиры – 96,3 [6].

В работе [8] исследована очистка сточных вод производства рыбных консервов, вид перерабатываемой рыбы – сардина и скумбрия. Физико-химический состав сточной воды, мг/л: БПК₅ – 989, ХПК – 1324, взвешенные вещества – 4485, жиры и масла – 320,5, NH₃ – 31, NO₃ – 5,5, белок – 812,5, рН – 6,6-7,1. Средний объём сточных вод в сутки составлял 20 м³. Применялись реагенты FeCl₃ и Ca(OH)₂ с дозами 0,4 г Fe/л и 0,2 г Ca/л соответственно. Эффективность составила, %: БПК₅ – 79,4, ХПК – 75,8, взвешенные вещества – 95,4, общее содержание белка – 91,9, масла и жиры – 79,4.

В работе [5] исследования проводились на сточной воде предприятия рыбоконсервной промышленности, вид перерабатываемой рыбы – сардина. В результате введения $Al_2(SO_4)_3$ с дозами 75 и 150 мг/л рН снижалось до 5-5,5, полученная эффективность, %: ХПК – 30 и 32, жиры и масла – 90 и 87, взвешенные вещества – 77 и 63 соответственно.

В рассмотренных работах выявлена высокая эффективность неорганических коагулянтов FeCl₃ и Ca(OH)₂, Fe₂(SO₄)₃, Al₂(SO₄)₃. Органические коагулянты, такие как RIFLOC 1815, RIFOL 070, в работе [9] показали высокую эффективность – 85-99 % только для удаления масел и жиров. В целом, при применении коагулянта для очистки сточных вод рыбоперерабатывающей промышленности (пресный сток), можно рассчитывать на увеличение эффективности, в сравнении с безреагентным отстаиванием, по ХПК – 70-80 %, взвешенным веществам – 90-95 %, маслам и жирам – 70-80 %. Преимуществом $Al_2(SO_4)_3$, FeCl₃ является относительно низкая цена. По имеющимся литературным данным трудно сделать выводы о применении того или иного коагулянта. Исходные сточные воды имеют отличающийся качественный и количественный состав, при этом современные производители реагентов предлагают различные коагулянты – неорганические, органические и смесевые. Поэтому рекомендуемые дозы коагулянтов колеблются в широких пределах. В каждом конкретном случае подбор коагулянта должен осуществляться индивидуально.

Поддержание рН в пределах 6,5-7,5 благоприятствует уменьшению остаточного содержания алюминия и железа в очищенной воде и снижению её коррозионных свойств [10]. Во всех рассмотренных работах значение рН ниже данного интервала, а информация по содержанию остаточных компонентов, к сожалению, отсутствует.

В сточных водах рыбоперерабатывающих производств зачастую встречается повышенное содержание солей, которое связано с применением NaCl в производстве, а также с использованием морской воды. В работе [11]

Таблица 1

Эффективность безреагентной седиментации для различных производств

Показатель	Сардины (консервы) [4]		Сардины, скумбрия, тунец (консервы) [5]		Пресервы [6]		Рыбокомбинат [7]	
	исходная	очищенная	исходная	очищенная	исходная	очищенная	исходная	очищенная
Взвешенные вещества, мг/л	360	187,2	1800	710	1600	870	150-770	60-340
Растворённый органический углерод, мг/л	694	666,2	-	-	-	-	-	-
ХПК, мг O ₂ /л	-	-	7900	5500	4817	2084	-	-
Масла и жиры, мг/л	67	16,75	1250	360	1674	930	300-870	120-290
Продолжительность отстаивания, мин	90		30		120		120	

проводились исследования реагентного метода очистки сточных вод предприятия, использующего морскую воду в технологии переработки рыбы и морепродуктов. Содержание морской воды в сточных водах – 40-80 %. Характеристики сточной воды, мг/л: ХПК – 1500-3000, БПК₅ – 600-1500, взвешенные вещества – 100-1500, жиры – 100-2000, NH₄ – 70-100, фосфаты – 10-30. Cl – 9000-15000, Mg²⁺ – 500-1000, Ca²⁺ – 170-320. Метод пробного коагулирования показал, что полиоксихлорид алюминия менее эффективен для данного вида сточных вод, чем FeSO₄·7H₂O и Al₂(SO₄)₃, которые имеют сопоставимую эффективность. Далее использовался сульфат алюминия. Была определена оптимальная доза Al₂(SO₄)₃ для сточных вод с различным содержанием морской воды, которая составила 80-90 мг/л по Al₂O₃. Соосаждение ионов кальция, магния и алюминия из сточных вод с содержанием морской воды 30–80 % наступило при pH 9,1-9,6 и в течение 30 мин после начала коагуляции pH снижалось до 8,8-8,6, поэтому перед сбросом в морской водоем не требуется нейтрализация. Достигалась высокая эффективность очистки по БПК₅ – 91–93 %. Скорость осаждения хлопьев составила 0,16 мм/с. Натурные испытания пилотной установки показали, что при рециркуляции осадка в объеме 4 % оптимальная доза коагулянта сокращается с 85 до 70 мг/л по Al₂O₃. По результатам испытаний пилотной установки выявилась необходимость в дополнительном фильтре с загрузкой из пенополистирола, так как происходил вынос отдельных мелких хлопьев из отстойника. Эффективность с применением фильтра составила, %: взвешенные вещества – 99, БПК₅ – 91-93.

В сточных водах рыбоперерабатывающих предприятий в основном преобладают вещества с аполярным и гетерополярным строением молекул. Такие вещества обладают наименьшей смачиваемостью и потому легко флоатируются. Характерным фактором флоатиремости сточных вод является величина поверхностного натяжения. Сточные воды рыбоперерабатывающих предприятий содержат кровь, слизь, растворенные органические и поверхностно-активные вещества, которые вызывают понижение величины поверхностного натяжения этих вод. При определении на приборе академика П.А. Ребиндера значение поверхностного натяжения составило 0,0625 Дж/м², что показало возможность применения флотационного способа без добавления флотореагентов [7].

В работе [12] проводились экспериментальные исследования пневматического безреагентного флотатора (аэрируемая жироловка) для извлечения жировых загрязнений из сточ-

ных вод рыбообрабатывающих предприятий. Средний диаметр капель жировых загрязнений был равен 50 мкм. Пузырьки воздуха имели диаметр 0,2-1 мм со средним значением 0,3 мм, средняя скорость всплытия пузырьков составляла 0,032 м/с, интенсивность аэрации – 13-15 м³/(м²·ч). Исследования проводились на сточных водах производств соленой, копченой и мороженой рыбы с исходной концентрацией, мг/л: ХПК – 1630, БПК – 1210, взвешенные вещества – 595,6, жиры – 430,1. Продолжительность обработки была 20 мин, в качестве аэраторов использовались перфорированные трубки из синтетического каучука, диаметр которых составлял 8 мм, толщина стенок – 3 мм, диаметр отверстий – 0,08 мм, частота перфорации – 40 отверстий на 1 см², глубина погружения аэрационной системы – 1 м. Результаты работы жироловки, мг/л: ХПК – 326, БПК – 245, взвешенные вещества – 147,6, жиры – 94,0. Степень извлечения загрязнений составила, %: жиры – 78,1, взвешенные вещества – 75,2, БПК – 79,7.

В работах [4, 7] изучался метод напорной флотации на сточных водах рыбоконсервного производства. В [4] сточная вода имела следующие характеристики, мг/л: взвешенные вещества – 350, масла и жиры – 405. Наилучшая эффективность была получена при давлении 6 кг/см², коэффициенте рециркуляции 0,67 – по взвешенным веществам 43,2 %, по жирам – 93,5 %. Для улучшения процесса применялся реагент FeCl₃ – 400 мг/л. Вид реагента и его доза были взяты согласно предварительным исследованиям по коагуляции. Применение FeCl₃ ухудшило эффективность напорной флотации по взвешенным веществам с 43,2 до 41 %, но улучшило по маслам и жирам с 93,5 до 96 %. Применение FeCl₃ в качестве реагента для напорной флотации оказалось малоэффективным. В [7] изучалось насыщение воздухом не всего объема очищенной воды, а только 30 и 50 %, остальной объем впускался во флотатор в исходном состоянии для совместной очистки. Начальное давление в напорном резервуаре составляло 2,94 кг/см², продолжительность насыщения – 2 мин, флотации – 10 мин. Качественный состав исходных сточных вод, мг/л: жиры – 610, взвешенные вещества – 933. Наилучшая эффективность получена при насыщении воздухом всего объема очищенной воды, %: жиры – 98,4, взвешенные вещества – 86,5. Также проводились исследования на экспериментальной флотационной установке. Время пребывания стоков во флотационной камере было принято 20 мин, давление воздуха было в пределах 2,45-2,94 кг/см², расход воздуха – 35-45 л/м³ сточных вод. Эффективность очистки составила, %: взвешенные вещества – 77,7, жиры – 97,9, ХПК – 45,2.

В работе [12] был изучен метод флотации. В качестве реагентов применялись следующие коагулянты: СаО, Al₂(SO₄)₃, FeSO₄, FeCl₃. Исследования проводились на сточной воде с рН – 8,7-9,6 и ХПК – 5285-7997 мг/л. Наиболее эффективными реагентами для флотационной очистки сточных вод производства рыбьего жира оказались Al₂(SO₄)₃ и FeCl₃. В случае применения хлорида железа (III) при дозе 500 мг/л эффективность процесса составляла 96 %, а остаточное содержание жировых загрязнений в воде – 100 мг/л. При предварительной обработке сточных вод завода медицинского жира сернокислым алюминием при дозах 400 мг/л и выше эффективность очистки была стабильна и составляла 98,5-95 %. Остаточное содержание жировых веществ в очищенных стоках при этом не превышало 100-110 мг/л.

Применение реагентной напорной флотации позволило получить эффективность по взвешенным веществам 41 %, по маслам и жирам – 93,5-98 %. При применении пневматического безреагентного флотатора наблюдалась

эффективность, %: по жировым загрязнениям – 78,1, взвешенным веществам – 75,2, БПК – 79,7. Таким образом, применение напорной реагентной флотации целесообразно в случае необходимости удаления жиров при его содержании в исходной воде более 400 мг/л, для удаления других загрязнений она малоэффективна.

Таким образом, наилучшая эффективность очистки была получена при применении напорной флотации с давлением в напорном резервуаре 2,94 кг/см², продолжительностью насыщения 2 мин и флотации 10 мин, %: жиры – 98,4, взвешенные вещества – 86,5. Как и для предыдущих методов, выбор параметров флотации в каждом конкретном случае необходимо осуществлять индивидуально.

Авторами были проведены исследования по очистке сточных вод ООО «Сызранский рыбокомбинат № 1, 2» с применением коагулянтов. Предприятие перерабатывает как морскую, так и речную рыбу. Количество готовой продукции, включающей консервы, пресервы, копченую, вяленую и соленую рыбу, составляет

Таблица 2

Результаты проведенных экспериментов

Реагент	Доза коагулянта, мг/л по Me ₂ O ₃	Доза NaOH, мг/л	рН	ХПК, мг/л	Взвешенные вещества, мг/л	Остаточный Al, мг/л
Al ₂ (SO ₄) ₃	0	-	6,52	735	292	0,04
	25	-	6,29	322	95	1,1
	50	-	5,78	284	78	0,41
	75	-	5,77	380	90	0,84
	100	-	5,37	362	58	1,4
	125	-	4,93	342	104	1,2
Аква-Аурат 10М	0	-	6,52	735	292	0,04
	50	-	5,74	398	108	0,04
	75	-	5,37	376	94	0,04
	100	-	5,35	428	65	0,04
	150	-	5,22	395	85	0,04
Al ₂ (SO ₄) ₃	0	-	6,69	686	458	0,04
	25	29,4	6,98	470	164	1,12
	50	58,8	6,96	392	140	1,07
	75	88,2	6,82	451	48	0,79
	100	117,6	6,97	451	40	0,45
	125	146,7	6,96	470	88	0,99
Аква-Аурат 10М	0	-	6,69	686	458	0,04
	50	0,75	6,8	507	125	0,24
	75	11	6,75	507	170	-
	100	15	6,72	470	128	0,32
	125	19	6,98	490	118	0,45
FeCl ₃	0	-	6,69	686	458	0,04
	100	115,2	6,86	507	156	-
	100	-	6,39	470	126	-

3 т/сут. Расход сточных вод – 8 м³/сут за восьмичасовую смену.

Пробное коагулирование проводили в цилиндрах объемом 500 мл. После добавления растворов реагентов сточную воду сначала интенсивно перемешивали в течение 10 с со скоростью 120 об/мин, затем медленно перемешивали в течение 60 с со скоростью 45 об/мин. Далее смесь отстаивали в течение 30 мин. Ис-

следование состояло из двух серий опытов: первая – применение $Al_2(SO_4)_3$ и Аква-Аурата 10М без корректировки pH; вторая – применение тех же реагентов с подщелачиванием едким натром. Также во второй серии было проведено коагулирование хлоридом железа (III) с подщелачиванием и без него.

Результаты эксперимента приведены в табл. 2 и на рис. 1 и 2.

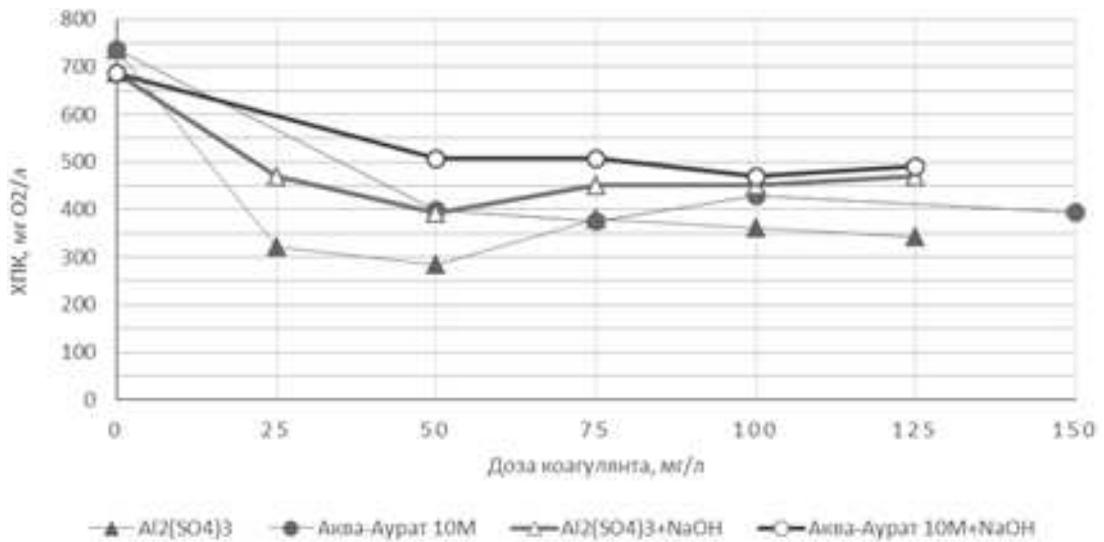


Рис. 1. Зависимость ХПК от дозы коагулянта

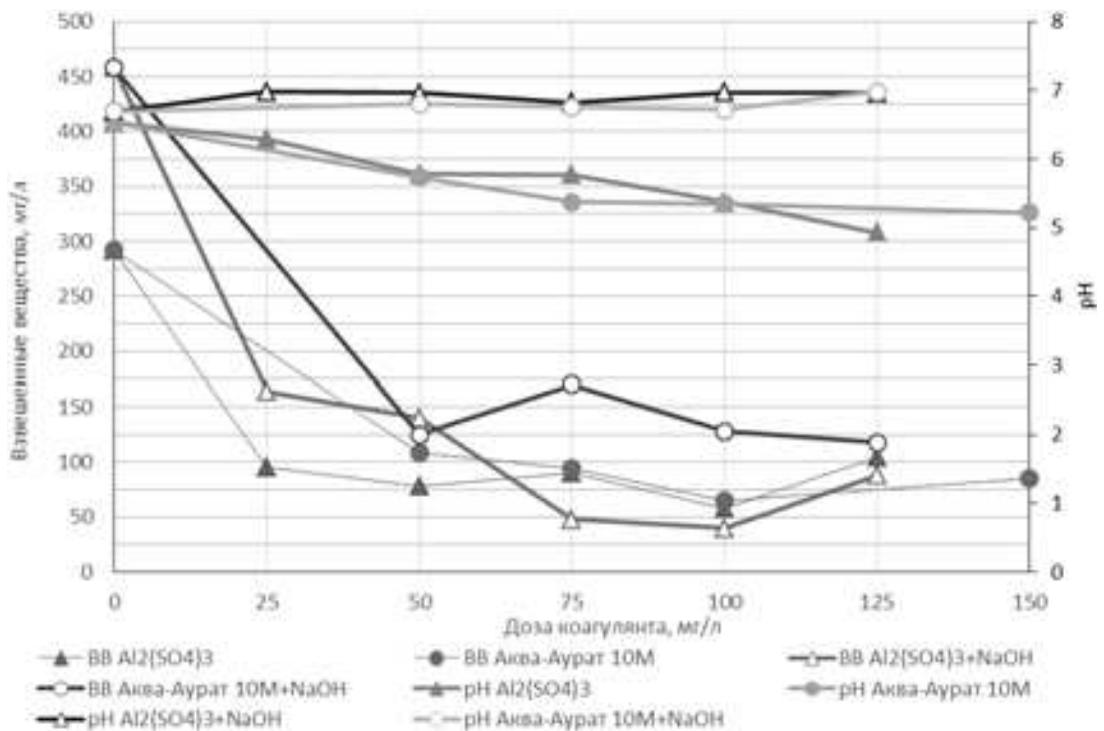


Рис. 2. Зависимость взвешенных веществ от дозы примененного коагулянта

В первой серии опытов наилучший результат при применении $Al_2(SO_4)_3$ был получен с дозой 50 мг/л по Al_2O_3 . Эффективность удаления при использовании сульфата алюминия оказалась, %: ХПК – 61,4, взвешенные вещества – 73,3. При применении Аква-Аурат 10М наилучший результат был достигнут с дозой 75 мг/л по Al_2O_3 . Эффективность удаления в этом случае составила, %: ХПК – 48,9, взвешенные вещества – 67,8. Остаточное содержание алюминия при использовании Аква-Аурата 10М не превышало 0,04 мг/л, а в опытах с $Al_2(SO_4)_3$ этот показатель был высоким – 0,41-1,4 мг/л. Во второй серии опытов наилучший результат при применении $Al_2(SO_4)_3$ был получен при той же дозе 50 мг/л по Al_2O_3 . Эффективность удаления при этом была ниже, чем в первой серии, %: ХПК – 42,9, взвешенные вещества – 69,4. При применении Аква-Аурата 10М наилучший результат был достигнут при дозе 100 мг/л по Al_2O_3 . Эффективность удаления, %: ХПК – 31,5, взвешенные вещества – 72,0. Применение $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ дало следующую эффективность, %: ХПК – 31 и 26, взвешенные вещества – 72 и 66 без корректировки pH и с ней соответственно. Корректировка pH ухудшила эффективность очистки по всем трём реагентам, остаточное содержание алюминия стало превышать ПДК даже при применении Аква-Аурата 10М.

Результаты экспериментов показали, что наилучший результат был получен при применении $Al_2(SO_4)_3$ с дозой 50 мг/л по Al_2O_3 без корректировки pH. Эффективность удаления, %: ХПК – 61,4, взвешенные вещества – 73,3.

Исследования в производственных условиях были проведены нами на рыбоперерабатывающем заводе «Русская треска», г. Мурманск. Данное предприятие производит около 15 т/сут филе трески и не менее 1 т/сут продукции из отходов рыбного производства. Для очистки сточных вод была разработана и изготовлена компанией «ЭКОЛОС» следующая схема производительностью 10 м³/ч: приемный колодец с корзиной, барабанная решетка с прозорами 2 мм, горизонтальный жироловитель, усреднитель, установка напорной реагентной флотации. Реагент Аква-Аурат 10М подавался насосом-дозатором производительностью 30 л/ч с дозой 52,8 мг/л по Al_2O_3 . В табл. 3 представлен качественный состав исходной и очищенной воды после флотатора.

Как показали результаты, приведенные в табл. 3, эффективность работы сооружений физико-химической очистки была больше для более высоких исходных концентраций загрязнений и лежала в интервалах, %: ХПК – 39,5-59,4, БПК_{полн} – 43,5-78,3, взвешенные вещества – 47,1-74,9.

Таблица 3

Качественный состав исходных и очищенных сточных вод, мг/л

Показатель	28.02.2020		17.04.2020	
	исходная	очищенная	исходная	очищенная
ХПК	430	260	1289,5	523
БПК _{полн} (БПК ₅ *)	200	113	745*	162*
Взвешенные вещества	85	45	231	58
pH	7,52	6,26	6,68	7,78
Жиры	2,1	1,6	-	-
Фосфаты по фосфору	3,50	2,24	93,82	14,14
Аммоний	24	25	50,40	4,46
Нитриты	0,4	0,094	<0,033	0,069
Нитраты	5,3	0,17	<0,10	0,739
АПAB	1,2	1,5	-	-
Хлориды	190	160	89,0	243,5
Сульфаты	11	24	-	-

Выводы. 1. Анализ литературных данных показал, что эффективность безреагентного отстаивания сточных вод рыбоперерабатывающих производств достаточно низкая, %: ХПК – 30-57, взвешенные вещества – 46-61, жиры – 44-75.

2. Анализ литературных данных показал, что эффективность безреагентного отстаивания

сточных вод рыбоперерабатывающих производств достаточно низкая, %: ХПК – 30-57, взвешенные вещества – 46-61, жиры – 44-75.

3. Обзор технической литературы выявил высокую эффективность неорганических коагулянтов $FeCl_3$, $Fe_2(SO_4)_3$ и $Al_2(SO_4)_3$. Органические коагулянты показали высокую эффек-

тивность – 85-99 % только для удаления масел и жиров. При применении коагулянтов для очистки пресных сточных вод рыбоперерабатывающей промышленности, можно рассчитывать на значительно большую эффективность по сравнению с безрегентным отстаиванием: по ХПК – 70-80 %, взвешенным веществам – 90-95 %, маслам и жирам – 70-80 %.

4. Анализ литературных данных по очистке соледержащих сточных вод показал, что наилучшие результаты были достигнуты при использовании сульфата железа (II) и сульфата алюминия, которые имели сопоставимую эффективность. Оптимальная доза $Al_2(SO_4)_3$ для сточных вод с различным содержанием морской воды составила 80-90 мг/л по Al_2O_3 . При применении дополнительной ступени фильтрования достигался высокий эффект очистки по БПК₅ – 91-93 %.

5. Результаты лабораторного эксперимента показали, что наилучший результат был получен при применении $Al_2(SO_4)_3$ с дозой 50 мг/л по Al_2O_3 без корректировки pH. Эффективность удаления составила, %: ХПК – 61,4, взвешенные вещества – 73,3, однако наблюдалось высокое значение остаточного алюминия – 0,41 мг/л. Корректировка pH ухудшила эффективность очистки по всем трём реагентам, остаточное содержание алюминия превышало ПДК даже при применении Аква-Аурат 10М, чего не было в серии опытов без применения NaOH.

6. Производственный эксперимент показал, что эффективность совместной работы сооружений механической (барабанная решетка, горизонтальный жируловитель) и физико-химической (напорный флотатор плюс коагулянт) очистки сильно зависела от концентрации загрязнений в исходном стоке. Эффективность очистки составила, %: по ХПК – 39,5-59,4, по БПК_{полн} – 43,5-78,3, по взвешенным веществам – 47,1-74,9.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Распоряжение от 26 ноября 2019 года № 2798-р. Стратегия развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года.
2. Распоряжение правительства Российской Федерации от 30 июня 2016 г. № 1378-р.
3. <https://docplayer.ru/42358184-Socialnym-voprosam-po-otraslyam-akvakultura-morskaya-i-presnovodnaya-na-beregu-i-v-more.html>
4. Raquel O. Cristovao, Cidalia M. Botelho, Ramiro J.E. Martins, Jose M. Loureiro, Rui A.R. Boaventura, Primary treatment optimization of a fish canning wastewater from a Portuguese plant, *Water Resources and Industry*, volume 6, August 2014, Pages 51-63 (83).
5. A.L.C. Aguiar, G.L. Sant'Anna, Liquid effluents of the fish canning industries of Rio de Janeiro state – treatment alternatives *Environ. Technol. Lett.*, 9 (1988), pp. 421-428.
6. Аль-Букай, Бассам Умар. Исследования по ультрафильтрационной очистке сточных вод пресервных заводов: автореф. ... дис. канд. техн. наук: 05.23.04. СПб., 1993. 18 с. : ил.
7. Шифрин С.М., Хосид Е.В. Очистка сточных вод предприятий рыбоперерабатывающей промышленности. М. : Пищевая пром-сть, 1977. 111 с.
8. Fahim F.A.; Fleita D.H.; Ibrahim A.M.; El-Dars F.M.S. (2001.): Evaluation of some methods for fish canning wastewater treatment. *Water, Air and Soil Pollution*, 127, 205-226.
9. Raquel O. Cristovao, Cidalia M. Botelho, Ramiro J.E. Martins, Jose M. Loureiro, Rui A.R. Boaventura, Chemical and Biological Treatment of Fish Canning Wastewaters, *International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics*, Vol. 2, No. 4, July 2012.
10. Запольский А.К., Баран А.А. Коагулянты и флокулянты в процессах очистки воды: Свойства. Получение. Применение. Л.: Химия, 1987. 208 с.
11. Кунденко С.Б. Технология реагентной очистки стоков с высоким содержанием морской воды рыбоперерабатывающих предприятий // *Вестник ИШ ДВФУ*. 2019. № 3 (40). С. 20-25.
12. Берёза И.Г., Совершенствование систем водного хозяйства предприятий рыбоперерабатывающей промышленности: дис. ... доктора техн. наук: 05.23.04. СПб., 2004. 382 с.

REFERENCES

1. *Rasporiyazhenie ot 26 noyabrya 2019 goda № 2798-r. Strategiya razvitiya rybohozyajstvennogo kompleksa Rossijskoj Federacii na period do 2030 goda* [The development strategy of the fisheries complex of the Russian Federation for the period until 2030 and the plan for its implementation of 27.11.2019, № 2798-r].
2. *Rasporiyazhenie pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 30 iyunya 2016 g. № 1378-r*. [Order of the Government of the Russian Federation dated June 30, 2016 № . 1378-r].
3. *Rukovodstvo po ekologicheskim i social'nym voprosam po otraslyam AKVAKUL'TURA (MORSKAYA I PRESNOVODNAYA) – NA BEREGU I V MORE* [Environmental and Social Guidelines by Sector AQUACULTURE (MARINE & FRESHWATER) – ON SHORE & AT SEA]. Available at: <https://docplayer.ru/42358184-Socialnym-voprosam-po-otraslyam-akvakultura-morskaya-i-presnovodnaya-na-beregu-i-v-more.html>
4. Raquel O. Cristovao, Cidalia M. Botelho, Ramiro J.E. Martins, Jose M. Loureiro, Rui A.R. Boaventura. Primary treatment optimization of a fish canning wastewater from a Portuguese plant. *Water Resources and Industry*, 2014, vol 6, no. 83, pp. 51-63.
5. A.L.C. Aguiar, G.L. Sant'Anna, Liquid effluents of the fish canning industries of Rio de Janeiro state –

treatment alternatives. *Environ. Technol. Lett.*, 1988, no. 9, pp. 421-428.

6. Al-Buqai, Bassam Umar. *Issledovaniya po ul'trafil'tracionnoj oчитstke stochnyh vod preseronyh zavodov : avtoref... dis. kan. nauk: 05.23.04* [Research on ultrafiltration treatment of waste water from preserves: abstract of ... dis. can. Sciences: 05.23.04]. SPb., 1993. 18 p.

7. Shifrin S.M. *Oчитstka stochnyh vod predpriyatij ryboobrabatyvayushchej promyshlennosti* [Wastewater treatment of fish industry enterprises]. M., Food industry, 1977. 111 p.

8. Fahim F.A.; Fleita D.H.; Ibrahim A.M.; El-Dars F.M.S. Evaluation of some methods for fish canning wastewater treatment. *Water, Air and Soil Pollution*, 2001, no. 127, 205-226.

9. Raquel O. Cristovao, Cidalia M. Botelho, Ramiro J.E. Martins, Jose M. Loureiro, Rui A.R. Boaventura. Chemical and Biological Treatment of Fish Canning Wastewaters. *International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics*, 2012, vol. 2, no. 4.

10. Zapolsky A.K., Baran A.A. *Koagulyanty i flokulyanty v processah oчитstki vody: Svoystva. Poluchenie. Primenenie* [Coagulants and flocculants in water purification processes: Properties. Receiving. Application]. L., Chemistry, 1987. 208 p.

11. Kundenok S.B. Technology of reagent purification of wastewater with a high content of sea water from fish processing enterprises. *Vestnik Inzhenernoj shkoly DVFU* [The Far Eastern Federal University: School of Engineering Bulletin], 2019, no. 3 (40), pp. 20-25. (in Russian)

12. Beryoza I.G. *Sovershenstvovanie sistem vodnogo hozyajstva predpriyatij ryboobrabatyvayushchej promyshlennosti: dis. ... doktora tekhn. nauk: 05.23.04* [Improvement of water management systems of fish processing industry: dis. ... doctor tech. Sciences: 05.23.04]. SPb., 2004. 382 p.

Об авторах:

СТЕПАНОВ Сергей Валериевич

доктор технических наук, доцент,
профессор кафедры водоснабжения и водоотведения
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: stepanovsv3@yandex.ru

STEPANOV Sergey V.

Doctor of Engineering Science,
Professor of the Water Supply and Wastewater Chair
Samara State Technical University
Academy of Architecture and Civil Engineering
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya st., 244
E-mail: stepanovsv3@yandex.ru

СОЛКИНА Ольга Сергеевна

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

SOLKINA Olga S.

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

АВДЕЕНКОВ Павел Павлович

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

AVDEENKOV Pavel P.

Postgraduate Student of the Water Supply and
Wastewater Chair
Samara State Technical University
Academy of Architecture and Civil Engineering
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya st., 244
E-mail: avdeenkovpp@mail.ru

БЕЛЯКОВ Андрей Владимирович

кандидат технических наук, технический директор
ООО «Торговый Дом «ЭКОЛОС»
443036, Россия, г. Самара, ул. Набережная реки
Самары, 1
E-mail: tehdir@ecolos.ru

BELYAKOV Andrey V.

PhD in Engineering Science, Technical Director
LLC «Trading House «ECOLOС»
443036, Russia, Samara, Naberezhnaya reki Samary, 1
E-mail: tehdir@ecolos.ru

СТЕПАНОВ Александр Сергеевич

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

STEPANOV Aleksandr S.

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

Для цитирования: Степанов С.В., Солкина О.С., Авдеенков П.П., Беляков А.В., Степанов А.С. Механические и физико-химические методы очистки сточных вод рыбоперерабатывающей промышленности // Градостроительство и архитектура. 2021. Т.11, № 1. С. 63–71. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.01.8.

For citation: Stepanov S.V., Solkina O.S., Avdeenkov P.P., Belyakov A.V., Stepanov A.S. Mechanical and physicochemical methods of wastewater treatment in the fish processing industry. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2021, vol. 11, no. 1, Pp. 63–71. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2021.01.8.

**НАУЧНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР
ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКОЛОГИИ**

Направления
деятельности



Лабораторно-аналитическое обеспечение обращения с отходами и экологический мониторинг компонентов окружающей среды, разработка комплексных программ и концепций в области экологической безопасности, разработка и внедрение технологий по переработке и использованию промышленных отходов, очистке сточных вод, восстановлению техногенно-нарушенных земель, разработка проектно-сметной документации и авторский надзор за новым строительством, реконструкцией и демонтажом существующих объектов промышленного назначения, разработка природоохранной документации

Руководитель



Дмитрий Евгеньевич БЫКОВ
доктор технических наук, профессор

Контакты



443100, Самара, ул. Первомайская, 1
(846) 337-15-97, 337-21-20
ncpe@mail.ru

**О. В. ЦАБИЛЕВ
ГРЭГ ДЖОНСОН**

РЕЗУЛЬТАТЫ ПИЛОТНЫХ ИСПЫТАНИЙ ТЕХНОЛОГИИ VSEP НА ПРИМЕРЕ ОЧИСТКИ ЗАГРЯЗНЕННЫХ КИСЛЫХ ПРОМЫВОЧНЫХ ВОД НАНОФИЛЬТРАЦИЕЙ

**RESULTS OF PILOT TESTS OF THE VSEP TECHNOLOGY
ON THE EXAMPLE OF PURIFICATION OF CONTAMINATED ACID
WASHING WATERS BY NANOFILTRATION**

Показаны результаты серии пилотных испытаний очистки отработанной (загрязненной) кислой промывочной воды, образующейся при производстве графита методом выщелачивания. Испытания были проведены в лабораторном и пилотном режимах (на объекте) на установке серии «LP». Моделировалась очистка с применением нанофильтрационных мембран, работающих по технологии VSEP. Данная технология вибромембранного фильтрования позволяет производить очистку таких вод без предварительной очистки и применения реагентов (антискалянтов) с выходом фильтрата более 90 %. Показан механизм выбора оптимальной листовой полимерной мембраны и механизм определения наилучшего рабочего давления. Проведены серии концентрирования для определения стабильности процесса и длительности межпромывочного интервала. Результаты испытаний позволяют спроектировать промышленную систему очистки воды.

Ключевые слова: мембраны, нанофильтрация, VSEP, вибромембранное фильтрование, пилотные испытания

Shown are the results of a series of pilot tests for the purification of waste (contaminated) acidic wash water formed during the production of graphite by the leaching method. The tests were carried out in laboratory and pilot modes (on-site) on the "LP" series machine. Purification was simulated using nanofiltration membranes using VSEP technology. This technology of vibro-membrane filtration makes it possible to purify such waters without preliminary purification and the use of reagents (antiscalant) with a %Recovery more than 90 %. The mechanism for choosing the optimal sheet polymer membrane and the mechanism for determining the best working pressure are shown. Concentration series were carried out to determine the stability of the process and the duration of the flushing interval. The test results allow the design of an industrial water purification system.

Keywords: membranes, nanofiltration, VSEP, membrane filtration, pilot tests

С появлением новых технологических решений по организации мембранной фильтрации, с каждым годом технологии баромембранного разделения расширяют границы применения. Появление же технологии вибромембранного фильтрования VSEP (Vibratory Shear Enhanced Process – технология усовершенствованного процесса вибрационного сдвига) раздвинуло эти границы еще дальше. С использованием инновационной технологии VSEP стало возможным применение мембранных методов разделения там, где ещё вчера применение мембран было невозможным. Технология VSEP обеспечивает высокие показатели концентрирования, которые находятся за пределами растворимости минералов, и приводит к необходимости оптимизации инженерного подхода при проектировании систем

мембранного разделения и даже некоторых теоретических аспектов. С учетом того, что имеется возможность применения технологии для разделения сложных многокомпонентных растворов с высокими концентрациями, становится очень сложно рассчитать параметры процесса теоретически. В связи с этим особое значение приобретают лабораторные испытания и пилотные исследования, позволяющие моделировать и с высокой точностью определять параметры процесса.

Для этого в компании New Logic Research, разработчика запатентованной технологии VSEP [1], предусмотрен целый ряд установок и процедур, позволяющих оперативно и быстро проводить исследования. Например, оборудование настольного типа серии «Batch Titan» (рис. 1), предназначенное для оценки

низконапорных мембран в статических условиях (традиционное разделение). Оборудование для демонстрации работы технологии VSEP, которое также может использоваться для пилотирования низконапорных мембран, установка серии «В» (рис. 2). Но наиболее универсальным решением является установка серии «LP» (рис. 3) для исследования мембранных процессов (микрофильтрация, ультрафильтрация, нанофильтрация, обратный осмос, диафильтрация), с возможностью моделирования практически любых условий в лабораторном и в пилотном режимах, которая может работать как по технологии VSEP,

так и по традиционной технологии (статически расположенная мембрана). В лабораторном режиме используется один лист полимерной плоской мембраны с площадью поверхности 0,05 м². В пилотном режиме используется мембранный модуль с площадью поверхности мембран 1,5 м². Такие установки производятся и в виде промышленного оборудования для использования с небольшой производительностью. Иногда для пилотных испытаний требуется применять оборудование с более высокой производительностью. В этом случае целесообразно использовать установку серии «P50» (рис. 4).



Рис. 1. Настольная установка «Batch Titan» для тестирования листовых низконапорных мембран в статических условиях [1]



Рис. 2. Компактная пилотная установка серии «В» в низконапорном исполнении для демонстрации возможностей технологии VSEP [1]



Рис. 3. Универсальная пилотная установка серии «LP» для выполнения пилотных испытаний технологии VSEP любой сложности как в лабораторном режиме «L», так и в пилотном режиме «P», которая может использоваться и для небольших промышленных применений [1]



Рис. 4. Небольшая промышленная установка серии «P50», которая успешно может быть использована и для выполнения пилотных испытаний [1]

Методика проведения испытаний, как правило, включает две стадии. На первой стадии производится выбор оптимальной мембраны. Мембрана должна обладать необходимой химической стойкостью к разделяемым компонентам, обеспечивать заданную степень отделения (очистки) и обладать наиболее высокой и стабильной производительностью. Для этого выполняется цикл испытаний по последовательному опробованию нескольких марок мембран и оценка их характеристик, после чего выбор подтверждается проведением пробного концентрирования. Для этой стадии нет необходимости использовать оборудование с высокой производительностью и исследования проводились на установке серии «LP» в лабораторном режиме «L». Для этого требуется небольшое количество исходного образца (воды), количество которой должно составлять около 50 л.

На второй стадии, когда определена мембрана (или мембраны), проводятся пилотные испытания на установке серии «LP» в пилотном режиме «P», целью которых является уточнение параметров процесса и определение технико-экономических параметров. Эти испытания выполняются методом проведения нескольких циклов концентрации с регистрацией параметров процесса и оценкой качества получаемых потоков. Кроме того, производится оценка длительности межпромывочных интервалов и наиболее эффективных реагентов для химической промывки мембран. Для этого потребуется уже большее количество образца (исходной воды) и испытания целесообразно проводить на объекте.

Основная цель внедрения нового оборудования – это возврат очищенной воды в производственный цикл с целью повторного использования. Сконцентрированные загрязнения (главным образом тяжелые металлы) будут подвергаться дальнейшей очистке с целью выделения тяжелых металлов.

Схема пилотного процесса VSEP показана на рис. 5.

В лабораторном режиме входной бак в составе установки может не использоваться, так как количество исходного образца может быть небольшим. Исходный образец помещается в бак СІР. После чего последовательно для каждой из выбранных мембран проводится цикл фильтрации в режиме циркуляции, когда пермеат и концентрат возвращаются обратно в бак к исходному образцу. Время тестирования каждой из мембран составляет 60 мин, при давлении 200 psi и температуре 60 °С. Производительность для каждой из трех предварительно выбранных нанофильтрационных мембран представлен на

графике (рис. 6), а падение расхода пермеата в ходе теста для каждой из мембран показано на диаграмме (рис. 7). Эффективность очистки для каждой из мембран по показателям «удельная электропроводность» и «общее содержание примесей» показана на диаграммах (рис. 8 и 9). Качество пермеата для каждой из мембран показано в табл. 1, а качество исходного образца – в табл. 1 и 2. Фотография отобранных проб образцов пермеата представлена на рис. 10.

На основании оценки полученных данных было принято решение выбрать для последующих испытаний мембрану под номером 1, так как был зафиксирован высокий и стабильный расход пермеата и наилучшее качество очистки.

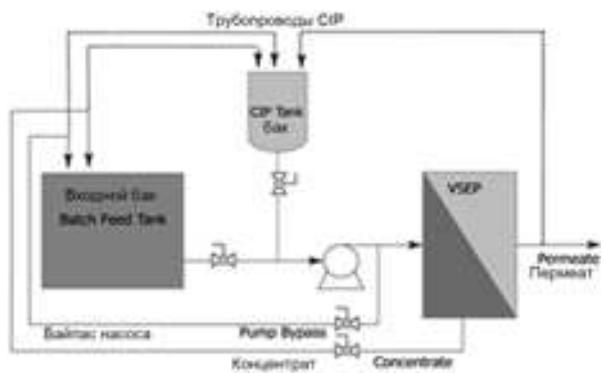


Рис. 5. Схема процесса VSEP пилотной установки серии «LP» [1]

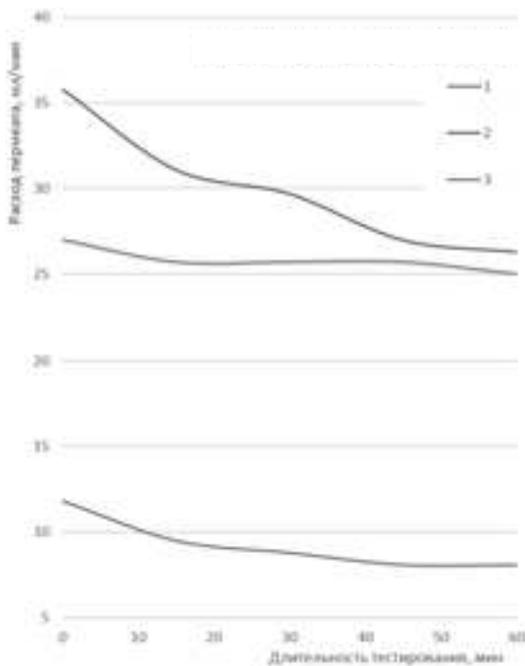


Рис. 6. График сравнения расхода пермеата для тестируемых мембран (значение расхода пермеата приведено к температуре 25 °С)



Рис. 7. Диаграмма сравнения значений падения расхода пермеата в ходе испытаний для тестируемых мембран

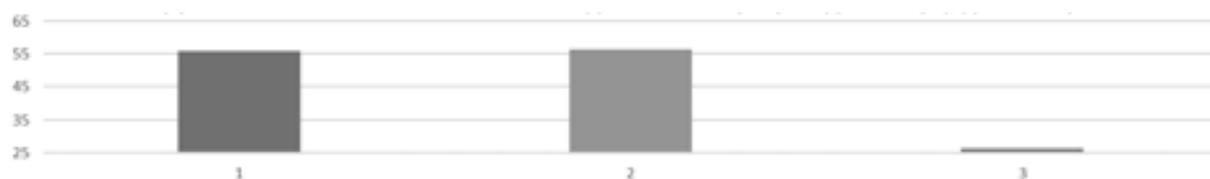


Рис. 8. Диаграмма сравнения эффективности очистки по показателю «Удельная электропроводность» для тестируемых мембран



Рис. 9. Диаграмма сравнения эффективности очистки по показателю «Общее содержание примесей» для тестируемых мембран



Рис. 10. Фотография отобранных проб пермеата и исходного образца

Для выбранной мембраны было проведено исследование с целью выбора оптимального рабочего давления. Схема работы установки была аналогичной описанной выше, но проводилась фиксация расхода пермеата при различном рабочем давлении. Результаты представлены на графике (рис. 11).

Анализ графика показал, что расход пермеата практически линейно зависит от давления. Тем

не менее наблюдается некоторый рост расхода до значения давления 500 psi (psi – фунтов на квадратный дюйм, 1 bar = 14,5 psi) [2]. В связи с этим было выбрано рабочее значение давления 500 psi.

Для подтверждения выбранного давления в лабораторном режиме было проведено пробное концентрирование. Для этого пермеат, вырабатываемый мембраной, отводился в отдельную емкость, а концентрат возвращался обратно в бак с исходным образцом. Таким образом, в ходе концентрирования происходил рост концентрации загрязнений исходного образца по мере уменьшения его объема. Результат представлен на графике (рис. 12). Исследование показало, что возможно достичь концентрирования до значения выхода фильтрата (гидравлический КПД) более чем 90 %. Процесс был остановлен после фиксирования значительного падения расхода пермеата. Внешний вид образцов показан на фотографии (рис. 13). Параметры качества пермеата и концентрата представлены в табл. 1.

После первой стадии испытаний в лабораторном режиме была выполнена серия

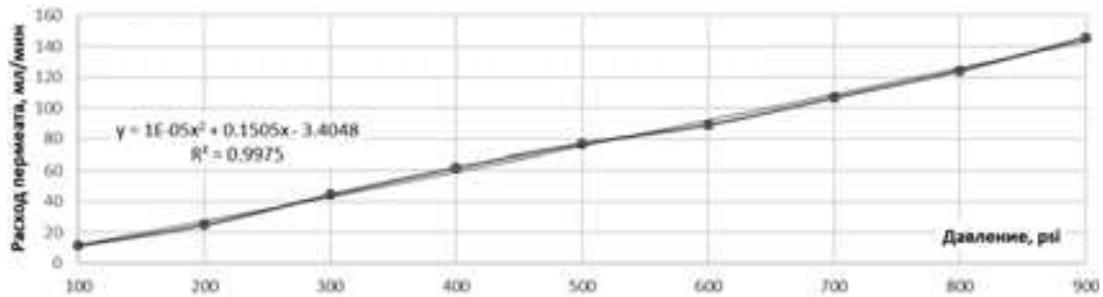


Рис. 11. График зависимости расхода пермеата от рабочего давления для выбранной мембраны № 1 (значение расхода пермеата приведено к температуре 25 °С)

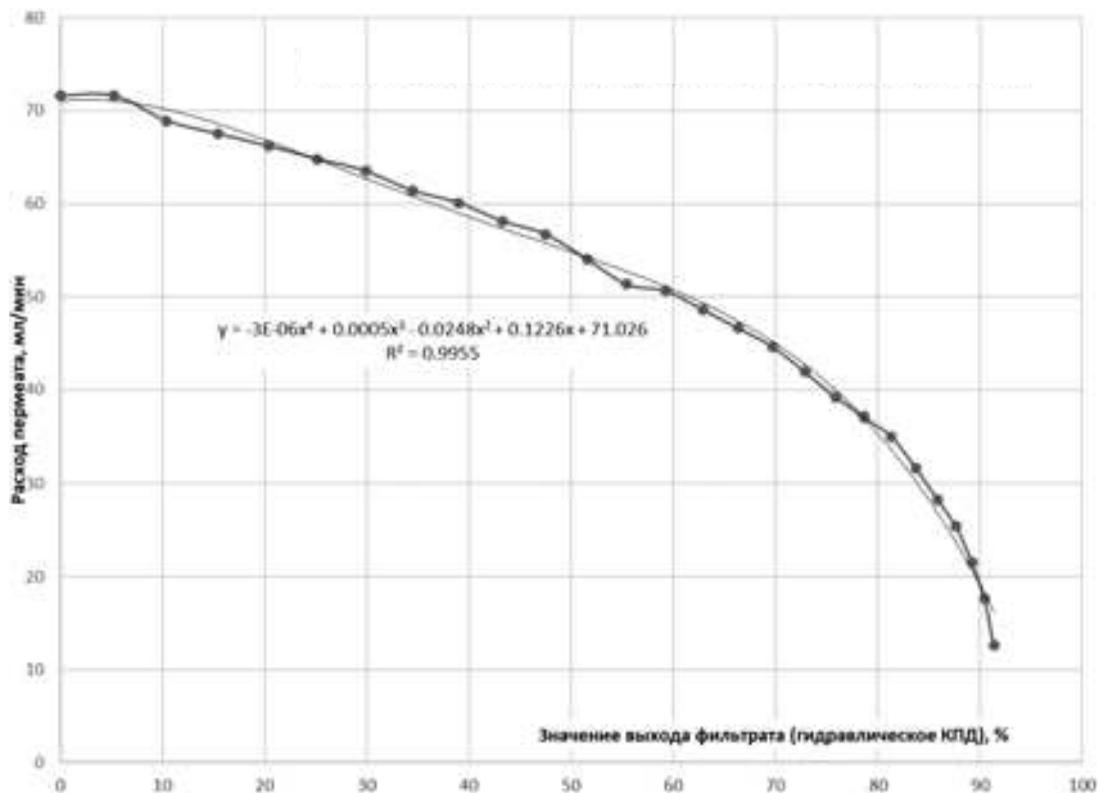


Рис. 12. График зависимости расхода пермеата от значения выхода фильтрата (гидравлическое КПД) для выбранной мембраны № 1 и давления 500 psi (значение расхода пермеата приведено к температуре 25 °С)



Рис. 13. Фотография проб образцов пермеата, концентрата и исходной воды

пилотных испытаний, проведенных на объекте. Схема процесса осталась прежней, но площадь мембран, как и объем образцов, была увеличена. Объем образца обеспечивал время цикла концентрации не менее 60 мин. Было выполнено несколько циклов концентрирования (последовательно, друг за другом). Между циклами концентрирования проводилась только промывка мембран горячей водой без использования реагентов. Результаты представлены на графике (рис. 14). Средние значения параметров качества потоков (пермеат, концентрат и исходная вода) приведены в табл. 2.

Таблица 1

Параметры качества образцов, полученных
в ходе испытаний в лабораторном режиме

№ п/п	Образец	Параметр качества		
		pH	Удельная электропроводность, мкСм/см	Общее содержание примесей*, %
1	2	3	4	5
1	Исходная	1,76	40000	1,68
Выбор мембран				
2	Пермеат 1	1,35	17690	0,58
3	Пермеат 2	1,44	17510	0,63
4	Пермеат 3	1,57	29400	1,20
Пробное концентрирование со значением выхода фильтрата 91,4 %				
5	Композитный пермеат	1,81	17130	0,65
6	Финальный концентрат	1,32	100200	7,97

* – [3]

Таблица 2

Параметры качества образцов, полученных
в ходе пилотных испытаний на объекте

Параметр (ион)	Усредненные значения параметров качества, мг/л, для воды		
	исходная	пермеат	концентрат
1. Калий (K)	32	18,5	71,3
2. Натрий (Na)	5802,5	2700	12960
3. Кальций (Ca)	120	7,7	355
4. Магний (Mg)	71,5	2,8	231,5
5. Алюминий (Al)	103,5	2	352,3
6. Кремний (Si)	166,5	101	258,5
7. Железо (Fe)	739,8	30	2558,3
8. Марганец (Mn)	26,4	1,2	93,7
9. Никель (Ni)	21,2	2	79,4
10. Медь (Cu)	7,7	0,8	24,5
11. Цинк (Zn)	6,4	1,1	19,9
12. Хром (Cr)	41	3,2	153,7

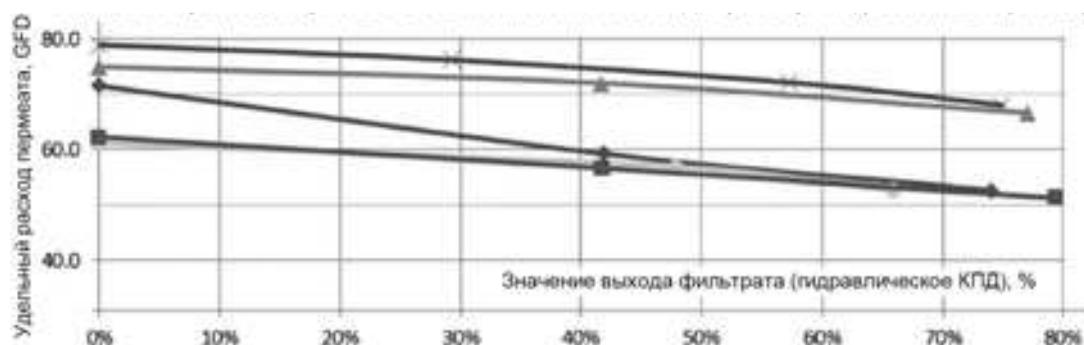


Рис. 14. График зависимости удельного расхода пермеата (GFD – галлонов в сутки на квадратный фут площади мембраны, 1 GFD = 1,7 л/ч·м² площади мембраны [2]) от значения выхода фильтрата (гидравлического КПД) для выбранной мембраны № 1, давления 500 psi и температуры 60 °C



Рис. 15. Фотография пилотной установки серии «LP» в пилотном режиме «Р» (на объекте)

Испытания показали высокую стойкость мембран к загрязнениям и стабильное обеспечение заданного заказчиком качества пермеата. Полученный в ходе пилотных испытаний материал позволяет выполнить проектные работы для обеспечения строительства станции очистки загрязненных кислых промывных вод методом нанофильтрации по технологии вибромембранного фильтрования VSEP.

Об авторах:

ЦАБИЛЕВ Олег Викторович

кандидат технических наук
VSEP Инженер
New Logic Research
2527 Aviation Way, Minden, NV 89423, USA
E-mail: tsabilev@gmail.com

ДЖОНСОН Грэг

инженер-химик
генеральный директор
New Logic Research
2527 Aviation Way, Minden, NV 89423, USA
E-mail: info@vsep.com

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. New Logic Research. URL: <https://www.vsep.com> (reference date: 28.08.2020).
2. Цабилев О.В., Степанов С.В., Степанов А.С. Баромембранные технологии деминерализации в процессах водоснабжения и водоотведения. Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2020. 144 с.
3. РД 52.24.468-2005. Взвешенные вещества и общее содержание примесей в водах: Методика выполнения измерений массовой концентрации гравиметрическим методом. М., 2005. 31 с.

REFERENCES

1. New Logic Research. Available at: <https://www.vsep.com> (accessed 28 August 2020).
2. Tsabilev O.V., Stepanov S.V., Stepanov A.S. *Baromembrannye tekhnologii demineralizacii v processah vodosnabzheniya i vodootvedeniya* [Baromembrane demineralization technologies in water supply and wastewater disposal]. Samara, Samara State Technical University, 2020. 144 p.
3. RD 52.24.468-2005 *Vzveshennyye veshchestva i obshchee sodержание primesej v vodah. Metodika vypolneniya izmerenij massovoj koncentracii gravimetricheskim metodom* [Suspended solids and total impurities in waters. Method for performing measurements of mass concentration by the gravimetric method]. M., 2005. 31 p.

TSABILEVT Oleg V.

PhD in Technical Sciences
VSEP Engineer
New Logic Research
2527 Aviation Way, Minden, NV 89423, USA
E-mail: tsabilev@gmail.com

JOHNSON G.

Chemical Engineer
CEO
New Logic Research
2527 Aviation Way, Minden, NV 89423, USA
E-mail: info@vsep.com

Для цитирования: Цабилев О.В., Джонсон Грэг. Результаты пилотных испытаний технологии VSEP на примере очистки загрязненных кислых промывочных вод нанофильтрацией // Градостроительство и архитектура. 2021. Т.11, № 1. С. 72–78. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.01.9.

For citation: Tsabilev O.V., Johnson G. Results of Pilot Tests of the Vsep Technology on the Example of Purification of Contaminated Acid Washing Waters by nanofiltration. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2021, vol. 11, no. 1, Pp. 72–78. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2021.01.9.



G. P. DOROSHKO

CONDITIONS OF DISCRETE CONVERGENCE OF STRUCTURES SYNTHESIS MODELS IN METAL AND NON-METALS COMPOSITIONS

УСЛОВИЯ ДИСКРЕТНОЙ СХОДИМОСТИ МОДЕЛЕЙ СИНТЕЗА СТРУКТУР В КОМПОЗИЦИЯХ МЕТАЛЛОВ И НЕМЕТАЛЛОВ

The set-theoretical convergence of models of continuous and discrete synthesis processes in the compositions of metals and non-metals at the action of ray sources is shown. The non-metal density function obtained by the IDS thermal impulses on the temperature axis projection has a periodic view with fixed stationary temperatures. They coincide with the boundaries of different areas of change in the speeds of metal heating. This convergence of models to the general periodic operator is possible under four conditions of beam scanning: separation, compactness, property of states, stability. Then the current reciprocity ratios of the system (metals/non-metals) allow the use of the temperature of stationary non-metals as support for metals and serves to determine the parameters of ray sources when synthesizing structures in the compositions of the volume of the material.

Показана теоретико-множественная сходимость моделей непрерывных и дискретных процессов синтеза в композициях металлов и неметаллов при действии лучевых источников. Функция плотности элементов объёма неметаллов, полученная тепловыми импульсами ИДС на проекции оси температур, имеет периодический вид с фиксированными температурами стационарности состояний. Они совпадают с границами различных участков изменения скоростей нагрева металлов. Такая сходимость моделей к общему оператору периодичности возможна при выполнении четырех условий лучевого сканирования: раздельности, компактности, собственности состояний, устойчивости. Тогда действующие соотношения взаимности системы {металлы/неметаллы} позволяют использовать температуры стационарных состояний неметаллов в качестве опорных для металлов и служат определению параметров лучевых источников при синтезе структур в композициях объёма материала.

Keywords: Set theory, substance scanning, temperature analysis, discreteness principle, modeling structures, layer synthesis, metals and non-metals compositions

Ключевые слова: теория множеств, сканирование веществ, температурный анализ, принцип дискретности, моделирование структур, синтез слоя, композиции металлов и не металлов

Introduction

Simulation of the effects of ray sources is a promising method for developing control programs for technologies for producing products of complex shapes from metal powders and also serves to search for new methods of synthesizing substances [1]. The already existing mathematical apparatus for describing processes in metals Me can be used to obtain products from non-metals \bar{M} (including M^+ – molecular forms), if you com-

bine it with the scan-derived data lows [2–8]. It is possible to introduce an energy order relation for non-metals in addition to the applied chemical systematization.

Information about non-metals is presented by topology methods of state diagrams. The developed complex analysis of relations in the system $\{Me, \bar{M}\}$ provides, in addition to the principle of continuity, the principle of discreteness, which is implemented as a scanning method – MS, its po-

tential is known in technology [1, 2, 6]. However, as a method of MS analysis remained unexplored [7–9]. The main reason is that in combination with other methods, probability remains as a measure of description. Therefore, at first, the work was done to complete enumeration of unknowns was performed, new properties of parametric diagrams and coordinates of stationarity were determined [8, 10]. Taking advantage of the MS, unrestrictedly setting the function of influence, the boundaries of belonging to classes are indicated and the mechanics of the principle of combination is shown [10].

The main property of scanning diagrams is the fact that the selected neighborhoods of the density points are not shifted, their stationarity and periodicity relative to the temperature axis [7, 8, 10]. The practice of temperature analysis applications of $T_{\pi}A$ temperature analysis has shown that there are always facts of unbiasedness effects for substances if graphs and tables of temperature dependence. And where they were not observed, they were also found in the subsequent when changing the parameters and refining, therefore they are called simplified stationary T_{π} .

According to the $T_{\pi}A$ theory, the branches of the density distributions of the structural elements of the volume over the overlapping intervals are joined to minimize the entropy by achieving the maximum adhesion strength $f_i + f_j$ while reducing the thickness of the interphase -if of the interlayer δ_{ij} . The released heat from this zone lowers the temperature at the contact of the structures, contributing to $\min \delta_{ij}$ and $\Delta Q / \Delta T \rightarrow + \min \Delta S$, the number of admissible states decreases with an overall increase in entropy over all intervals $\Delta T\pi$.

The temperature of the particles at the borders is not equal to the phase transition temperature, and a thermodynamic substantiation of the fact of the existing compatibility of the grids is required based on the principle of detailed equilibrium, as was done when L . Onsager explained the reciprocity relationship. The purpose of the work is to determine the conditions for convergence in energy to the centers of formation of phase structures at the stationarity limit. The temperature of the particles at the is not equal to the temperature of the phase transition.

Theory to the problem of model convergence

Atoms of metals and non-metals as two subsets of the periodic system of Mendeleev-PSM represent an extensive family of substances already existing in nature with a very heterogeneous composition and properties. Metals as conductors of energies become the generators of derivatives of small forms of the phases of the structure of the volume of the body. In the models of synthesis

technology processes, they are the result of the chemical interaction of the secondary activity of metals and the second stage of structural transformations.

The properties of substances have changed abruptly and it is believed that metals lose their qualities when surrounded by non-metals. However, modern thermodynamics shows something different – metals retain their trajectories, in the space of variables they do not intersect. Surrounded by non-metals, it is always possible to investigate the activity of metals by placing them at the origin of structure formation as atoms of the former.

The way the activity develops and decays with the rupture of states, with the formation of new phases, serves to determine the convergence when depicting the compatibility of substances in a composition on diagrams. The Onsager reciprocity relationship matrices $L_{ij} = L_{ji}$ written in the structure of the volume with the dimensions of the neighborhoods show convergence to stable complete structures of local phases and become determinable by methods of physicochemical analysis at the limit of countability of the $Me \pm \mp M$ ratios.

The convergence of two representations for the physical system {metals \leftrightarrow non-metals} is possible due to the relationship of its own processes with respect to energy changes as two grids of one topological space – I given by points and structures. The vector of change in the sequence of functions of phenomenological models I is directed to the infinitesimal one. In structural models, the vector to them is orthogonal by stability; in the limit, this section of trajectories and the model of changes in structures is defined as a sequence of operators.

For completeness of the coverage, data on two areas are required. If the parameters relate to the thermodynamic zone E of the processes, the formalism describes the properties that do not depend on the composition of the substance, and then the second region, kinetics, receives an additional factor of certainty [8, 9]. A lot of information has been collected on the kinetics of non-metals, however, in the field of thermodynamic parameters, the limiting application of the local theory of equilibrium is the difficulty of directly tracking the dynamics of structural changes {structures $C_s \rightarrow$ composition C_c }, where C is common basis [7]. Application of the method of temperature analysis – TMA in this case proceeds from the fact that the non-metal $\mp M$ – metal in the grid of operators of adhesion \tilde{O} and detachment \hat{O} of the action of the general ring operator \tilde{O} . The volume elements are formed by achieving local completions of the transformations of the structures of the phases corresponding (homeomorphic) to the structure of the space of the total activity E of the atoms \tilde{O} (E).

Self-consistency of eigenstates is possible in local volumes, if a single measure of energy exchange is established, ending with a common step of structural transformations.

$$\tilde{O}(E) = \tilde{O} + \tilde{O}. \quad (1)$$

Representative for determining the measure of the structural limits of the base of compositions are studies of $\{C_c \rightarrow C_p\}$ temperature transformations of the three-element system {Fe-Al-Si}, in the cycles {Me- \tilde{O} -M} of oxidation and reduction (Me \leftrightarrow \bar{r} M), i.e., system: {Fe-Al-Si} \leftrightarrow {(Fe + O) - (Al + O) - (Si + O)}. The search for the metric was carried out by the method of stratifying complex systems into simple ones, operation inverse to alignment [9,10].

The discrete basis refers to the existing model for metals as an atomic group of compositions, focused on the periodic table of elements of the PSM. The limiting molecular system – clays of dissimilar composition, structure, grain size, is also oriented towards PSM. From a single source $PSM \rightarrow$ grids are stable along the observed phase boundaries and the vicinity of the stationarity response [8, 11]. The inhomogeneity in the volume outside of the phase locals remains undefined.

By the methods of theoretical physics, the number of particles in the volume is calculated on the assumption that the size of the phases is unlimited, the specificity of their surface is not taken into account [12]. The phenomenal logic of the apparatus with probability as a measure is represented by the ratio of the observed events n to the entire background N of unobservable ones $P\rho = n/N$. However, if we consider it as a ratio of limited to unbounded systems, metric spaces including non-metric ones, then the limit of such ratios expresses the density of substances ρ and it can be used to assess states by the balance of data from discrete and continuous studies.

$$P_\rho = \{n/N\} \rightarrow \{m/V\} = \rho. \quad (2)$$

The convergence to the elements of the PSM is described by the distributions of the physical densities of a set of specific compositions, observing the requirement: the action is minimal if no element of the volume (with its structure) is generated by others. The action function is set without changing, observing strictly isoparametric conditions $\downarrow T$ in energy (temperature) and its amount t (time), then the response trajectory is similar to the section of the volume of the configuration S and is a display of data consistent with the structure. But if it is not the function by the property $\uparrow \Upsilon_i$ that is investigated but the fact of the morphism S_i of volume, the mapping into itself of the eigenstate of matter $\Upsilon(\mu)$ of the composition potential μ determines the parameters of the volume with differen-

tiation S_n . Then the general equation of changes in volume includes equilibrium and nonequilibrium configurations.

$$\downarrow(S \cdot T \cdot t) = \uparrow S_i \Upsilon_i + S_n \Upsilon(\mu). \quad (3)$$

Equation (3) is solved if, when searching for the topology limit by the method of difference schemes, we separately consider discrete systems as finite, consisting of complete elements of structures, and they are infinitely changing in energy. Then there is a simplification, Banach lattices of bounded given metals and non-metals have $T \times t \rightarrow 1$ strong unit, tied to the volume through the physical density, the fact of the held probability (2). Or, in other words, the metric normalized to integers cannot be fractional. However, the non-equilibrium stage (3) of the process is uncertain and such regulation cannot apply to it. That, that for metals the nonequilibrium part of the volume is occupied by a continuous electron gas, and for non-metals such a gas is the same as a discontinuity of monotony, uniting both formal spaces. The unit has a physical nature, and all equations are pairs of the space $I = If + Li$ it but I for the convergence of Me and $\bar{r}M$ are dependent as $I(E)$ and $I(T)$.

The volume V of metals is represented by the n -dimensional zone V_i with the border Γ_i of the parameter l , the set of points with a linear mesh $V(l) = V(li) + \Gamma(li)$. The parameter l characterizes the density of the grid and for $|li| \rightarrow 0$ a sequence of n -dimensional regions V_i fills the entire volume V since beyond the phase boundary e -dimension (electron gas) belongs to the next more subtle order. Mesh of non-metals for the initial conditions of nonequilibrium $|li| \rightarrow \min$. Each region $V(li)$ has a separate composition, changes due to $G(li)$ which is not equal to zero, since it is represented by atomic (A) volume. Discrete data for this part retain the significance of A -dimensions of the real mass and cannot be excluded at the limit as an error. For a grid of non-metals, the dimensionality of the density with the operator of the entire volume $L\rho$ is also the sum of the dimension greater than for the electron gas $L = 10^3 l$.

$$L_\rho V_i = L\rho_v + L\rho_\Gamma. \quad (4)$$

In this case, the second term of the equation related to the boundaries is nonlinear. It is known that with an increase in the size of the sample and the number of particles in it, surface effects grow much more slowly than bulk effects [12]. By writing the layer as a volume element, translates the orthogonal coordinate, normalized to unity in physical in the transition to the definition of the chemistry of phases and observance of the fact of the duality of the structure of substances.

$$V = V_v + V_{\downarrow} \text{ or } V = V_{\uparrow} + V_{\downarrow}. \quad (5)$$

V_{fi} is the volume of the phase, V_{if} is the volume of the interphase. Monte Carnot modeling has limits, but gives good convergence of models if the layer thickness exceeds a certain minimum value [14]. It is larger in size of the interphase, and is quite measurable in the diagrams.

$$|l_i| \rightarrow \text{const} = l_\pi. \quad (6)$$

The limiting width of the neighborhood l_π , which is also related to the contact zone of the phases, changes decreasing to nanodimensional values, the fact of technological optimization of layer-by-layer synthesis and compliance with the theory of discrete convergence. It considers separately the grid functions (or numeric scan sequences), and operators (or volume section configurations). Sequences of functions Me and $-M$:

– firstly, they discretely converge to someone value if the sequence differences tend to zero. But since this is related to finite systems of structures, such a difference is the limit of the tendency to the boundary of the rupture of the structures of phases or junction (5). This condition is the justification for the reliability of one-step heating or confidence in the significance of one point – the series has only one limit.

– secondly, the sequence is discretely compact, converges if the variability of configurations is infinite. Assuming an unlimited change in temperatures, there is always a certain final structure-phase, to which the sequence converges. Phases $M +$ form rows of C_c inhomogeneous sequences, reducible to each phase C_c as local limits. This is already an expansion in a series of temperatures, so that the balance of nonlinearity and linearity over the intervals ends with a minimum of entropy due to the boundaries. For T , this is the unbiasedness or stationarity of T_π , therefore the boundaries of states (4), (5) remain, but stationarity is possible if these temperatures are periodic, i. e. coincide with an accuracy up to unity of the norm of the boundaries – atom/e \rightarrow periodicity of the PSM. Any stationary sequence converges and sequences of sequences also converge. The grid sequence of operators for determining the contact structures of the interphase has four convergence conditions:

1. Operators, systems of connecting mappings $\{Me \tilde{O} -M\}$ converge discretely if there is convergence of data to a general operator $-\tilde{O}$, which does not change the operating models for some data sample. The models used are valid for non-metals [1, 2, 6]. Does not depend on the type of beam, laser or electronic, the question of order is $E\Sigma = E\varphi + Ee$, $E\varphi$ – photon energy, Ee – particle energy.

2. The sequence converges compactly if its norm for metals is less than or equal to a constant, is preserved when normalizing the temperature

series for non-metals. If it were not for the established fact of the stationarity of the period in T , this condition obliges him to introduce it.

3. Actually, a sequence converges to an operator if there is a reciprocity of compacta, i. e. if the rate of a constant is a confidence level for non-metals, then it is also a confidence rate for metals. The rationale for such a unity of the norm is outside the measurement data – statistical physics, it is common for metals and non-metals [11]. Stationary state temperatures, the reciprocity relations obtained by scanning non-metals are also valid for metals. Emission and absorption are determined by the range ΔT_π , in which energy exchange occurs, depends on the frequency distribution in them.

4. The sequence converges steadily if the general operator exists in a normalized manner and, upon a more detailed examination, the data changes are less than the established constant. The areas for determining the confidence of the operator coincide in detail for metal and non-metal in the selected interval, in this case, temperatures. The process model is valid for the action of an electron beam, laser pulse and heat pulse at the level of quantum exchange. The operator \tilde{O} (1) is valid for \tilde{O}^{-1} . Between two integer values of the description of structures, the fractional ones are taken into account already as the SI dimensions of the {electron / photon} system. The definition of l_π is tied to the interval by the inverse degree, the thickness of the layer also has a degree of 1/2 (Lamé-Clapeyron), the extraction operation when searching for the invariant of structures by ΔT_π , not only the movement of the layer, but also the change in the thickness of the interphase if.

$$l_\pi = \tilde{O}^{-1}(\Delta T_\pi). \quad (7)$$

The stationarity of the states and the unbiasedness of T_π for the phase trajectory is possible at the end points of the cycles of the ray fusion process. The invariant T_π on the trajectory looks the same as the period of dividing the time scale during technology control. The chemical potential formula as a group operation for structural complexes also has a degree of 1/2 or $I^2 = -1$, and the norm of the topology of the two subspaces of the phases and the interphase has a minus sign indicating the movement of the surface in the direction of nanodimensionality, on which the metals of the structures give a response first [7].

The density in the equations of ray penetration into metals can serve as a measure if its temperature function is known [1]. Differentiation of masses $m = m(\rho, V)$, $dm = 1 (\delta m / \delta \rho) V d\rho + 2 (\delta m / \delta V) \rho dV$, shows the condition of the projections of the determinism of the scanning trajectory as two sections of the volume. Section at constant vol-

ume – combination of local mass changes, the ability to identify phase transformations by position in the coordinate system.

The second term in research introduces the average density of a constant as a characteristic of a substance [1, 2, 6]. Thermal conductivity is also the sum of two terms [1, 3–5]. Due to nonlinearity (3), it must be calculated from the density scan data, including the thermal conductivity of the interphase, which in the zone substantially depends on the coordinates of the phase contact.

$$\lambda = \lambda_{\psi_i}(\rho) + \lambda_{\psi_j}(T). \quad (8)$$

Here T is the temperature K of the expansion in a series in terms of the density of the phases forming the volume, i.e. structures with respect to the parameter li [9].

$$T = {}^10,16+{}^21+{}^3100+N^\circ\Delta 343^\circ. \quad (9)$$

The physical nature of the digital elements of equation (9) is of particular importance – also the boundaries of the range graphics. N° – number 1, 2, 3, 4, 5, ... of period $\Delta T_{\pi} = 343$ – geometric constant of the finite nature of the forms of phase structures of a single-stage cut of the volume of matter, left and right ideal of stationarity with respect to the phase. 101,16K is the temperature of the first stationary state T_{π} , its previous changes are individual for each atom of the PSM refer to the cross section of the trajectories of atomic evolution, the distribution of a sample of 100 PSM elements, at this point the density corresponds to the chemical composition that heats up in the next interval. Index 1 to 0,16 (9) denotes the energy level of seven atoms. 1 – the first step of the structural combination, in which the position of one differs from the other six $1 \rightarrow 6$ i. e. the sum is saved = 7. 2 – seven elements is the primary unit = 1, one atom of the PSM. 3 – elements of the periodic system of PSM. Completeness sign for adjacent phases. If we use other sets $1 \rightarrow 5$ or $1 \rightarrow 7$, then volume fragments, left and right ideals of evolution trajectories are formed. Registration of the pulse power by such a breakdown is a great guarantee to achieve targeting at a point in the volume [15].

Equation (3) combines two sub-models, one of which includes specific anchor data determined experimentally. To measure the density values and then calculate the number of particles in the transition layer between them, the IDS method is used [7]. Scanning – short (sec) and narrow (m) exposure, it is necessary that the impulse corresponds to the size of the structure element. With IDS, the sample is less than the volume of exposure, the impulse can be very wide. Such heatstroke with IDS is no longer a Fourier gradient. Similarity of MS in the principle of execution and speed of shear action. The dimensionality of the elements of the

volume structures of metals and non-metals covers two SM ranges from e--10-15m. to the size of the atom Ai -10-9m. Nano 10-9 10-12 m, interphase Me 10-12 – 10-15 and non-metal M + 10-9 – 10-12 m. If the beam has absorption characteristics it scans the heat effects Q in the substance. The reflection beam diagnoses the surface – the displacement function L . Two responses in L and Q and IDS are two possibilities for investigating relations or determining the functional of the fundamental pair $\{L | Q\}$ by solving the material science problem of finding the functions $C_s f_T C_p$ of the structural and composition $C_c f_t C_p$, according to the results of scanning the properties, C_p [16].

A -IDS – a way to search for the limit of numerical sequences by displacements L of experimental data by the method of temperature analysis $T_M A$. Method according to Q is the problem of already thermal analysis of determining the cycle time $t\pi$ by thermography methods. Combined – complex W -analysis. After iso-temperature treatment A -IDS samples $T \times t$ on a thermograph is heated with a rise along the beam $T(t)$.

W -IDS is a way to search for the limit of sequences of $Cc\tilde{O}L$ operators in iso conditions [9]. With processing according to the method of temperature analysis for thermal, X-ray, etc. Obtaining complete information about substances.

When performing A -IDS, a laboratory furnace is used, placed on a hole in the frame with guides and a table entering the furnace from the bottom. Place one sample of the same size with the specified heat treatment step of 100 °C, in the next series the step is shorter, 50, 30 and 10 °C, etc. [8]. The oven is switched on to the thermostat mode at the set temperature, one sample “cold” by shearing is placed, kept and then removed in the same way. The oven temperature is raised to the next value. After cooling in air, the density is determined by one of the methods. The firing cycles are repeated until the entire diagram is plotted, keeping the sample size, mass composition, and holding time constant. In other series of heating, they change, maintaining the widest possible ranges of investigation, in order to determine the unbiasedness of the figurative surroundings.

The obtained IDS diagrams reflect the microstructure of the density macroproperty, representing it as local. This is a consequence of the properties of diagrams called unfolding [8]. The geometric nature of the locality of the mechanism is laid down in the order of scanning the volume by the condition of the constancy of the holding time, then these densities are a one-step cut. The first grain was processed at T_1 in time t_1 , we got ρ_a , there is a point on the diagram, the second grain – at T_2 , time t_2 , ρ_b , the third sample, respectively: T_3 , t_3 , ρ_c . The time is the same in three cases, so at T_3 we

first have a point a at T_1 , it remains in the volume, then point b , at T_2 , remains the same, finally, at T_3 , the remainder of the density is c and it includes a, b, c , being distributed over the volume. If we continue, then further phase transitions occur {solid – liquid – gaseous} and obviously there is a limit – stationarity with a minimum of entropy. The appearance of a new phase of the volume element ensures the irreversibility of energy exchange.

In the considered initial model, metal powders are exposed to one electron-beam effect, this was one of the reasons for using this author's work to determine the convergence, in such cases there is no superposition of accompanying signals [1]. One-shot $\rightarrow M$ firing and the primary beam response M_c are confident. This is especially necessary for non-metals, which have many phases in their structure.

In fig. 1 shows a part of the density scan points from the previously collected statistics, however, the approximation by the lines in fig. 2 showed that there was no need for the collection of statistics. And also, according to the first discrete convergence of numerical sequences of functions, one response value is sufficient.

Density lines are located correctly after a single exposure and their analysis is more reliable. The method of temperature analysis separates the projections of the two upper lines by placing them also relative to the time coordinate, not shown in the diagram [17].

Earlier, a formal correlation to the range of measurement systems was noticed [13]. Its strangeness in decimal multiplicity and in three measures of volume is 103, which in no way agrees with the accepted idea of the accuracy of calculations, the fractional nature of the digital recording of properties and the infinity of the limit. It is believed that the more decimal places the more accurate. This was specially investigated by the IDS method.

In fig. 3. shows the scanning of samples of different sizes at 850 and 1200 °C, the time is constant, fractional figures above the points – the fraction of the volume of raw material after cutting. The correlation to the metric range of the SI measurement system of multiplicity 103 is not so much that there is a jump effect in the mass region $\frac{1}{4} - \frac{1}{64}$, but that there is no jump effect for masses larger than $\frac{1}{4}$. Moreover, the heating rate does not affect and the temperature rise to 1200 °C does not change the type of response.

The diagram in fig. 3 is not the usual functionality – it is a scan, from the surface to the depth, therefore the analysis is different, the effects at the beginning of the pulse, then the Fourier array and clean lines, discrete compactness, fig. 2. The size factor is significant by scanning at the beginning, when heat transfer occurs between the crystalline grains of the powder.



Fig. 1. Cluster of statistical processing of data scanning of two clays

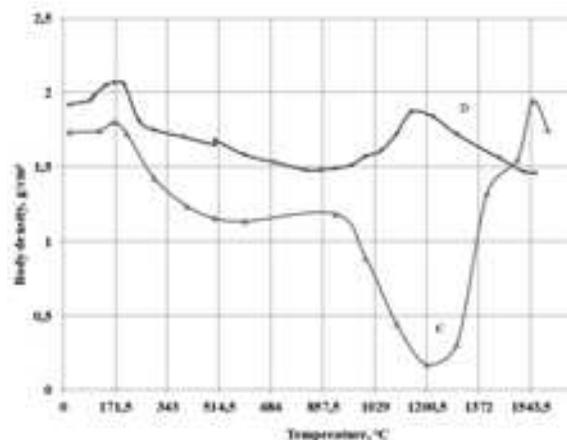


Fig. 2. A diagram of one-act scanning of clays

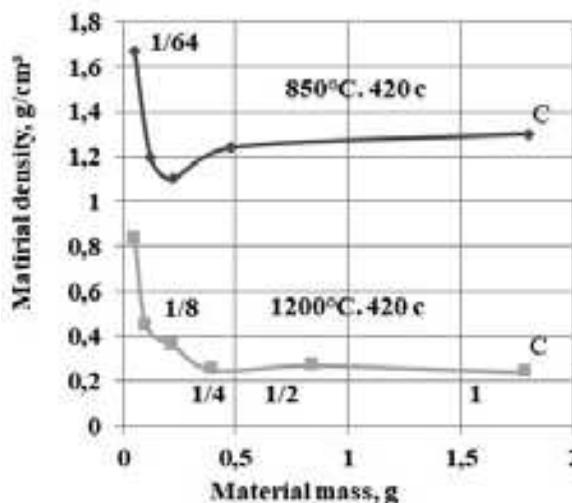


Fig. 3. Scan grains of different sizes to estimate layered warming

Mesh convergence test results $\{M_j\} \leftrightarrow \{-M\}$

The solution of the Stefan problem gives the required depth of penetration of metals and the dynamics of temperature changes at the upper and lower boundaries of the powder layer, the left column of table 1 [1]. Scanning of non-metals established the regularity of density redistribution and stationarity of states characteristic of the stability of a multiphase system, the right column of the table.1 [8, 9].

The joints of different sections of the heating rate change and the stationarity scan data have correspondences of individual temperatures, table 1. Taking into account that the temperature axis is not limited and is not tied to the composition of substances, the existing grid matches are considered reference in the ranges.

Table 1

Data grid convergence temperatures

Phase transition depth °C [1]	States stationary temperatures °C [6]
3234.8	3258.5
3200	
2817.5	2915.5
2435	2572.5
	2229.5
2052.5	
	1886.5
1670	
1636.7	
1603	
1570	1543.5
1475	
1380	
1285	
1190	1200.5
1095	
1000	
	857.5
	514.5
	171.5

The question whether they exist for metals according to the reciprocity condition has a positive answer, this is the third convergence of operators. There are already studies of aluminum and alloys for the data in the left column. A rough markup in the right column and a more accurate one oriented to phase transitions is a left column.

Confidence increases in each of the ranges of the overall grid. The accuracy of measuring

stationarities in the right column of numbers is one degree, therefore, ± 1 appears in the interval in the form of 0.5 °C, and refers to the uncertainty of the width of the phase joints zone.

The coordinates of the centers of the phases and points of the vectors of the development of structures on the isosections are related to the composition of the substance and are determined from the diagrams in fig. 4 (taken from [15]) $Si - Si + O$ (not applied) is located below $Al - Al + O$.

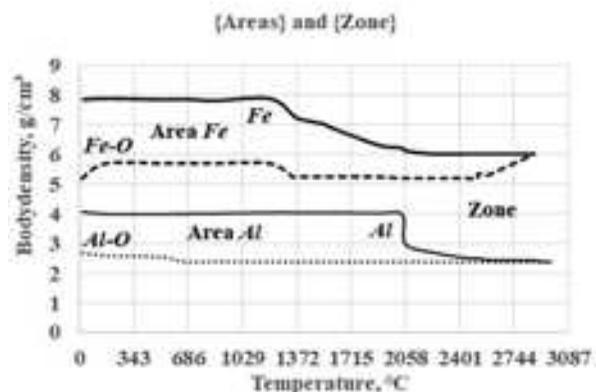


Fig. 4. Diagram "density - temperature" of the $\{Fe-O-Al\}$ system

Cyclic lines show the areas of coexistence of phases and the limits of the boundaries of the action of their chemical potentials. The zone z of contact in the gaps serves to restore the structures of the phases existing at the contact according to the data of the structures of the regions. The expected result of scanning of nonequilibrium states can be additionally estimated if the periodic grid (9) is plotted with the second coordinate as the limits of states that take place during heating from the periphery to the center. Having superimposed this grid, it is convenient to keep in mind as part of the process of transformations occurring in the depth of matter. This technique can be used in general when performing analysis when there are graphs of changes in properties relative to temperature.

Conclusions

1. The depth of the phase transition as the limit of the intrinsic process of structural transformations of an open system is determined by the chemical potential of the composition by closing 343 volume regions at stationarity temperatures.

2. The beam fusion model developed for metals is also applicable for non-metals if used: A. taking into account the temperature interval $\Delta T\tau$; B. in the formulas of effective thermal conductivity for non-metals, one term is considered as referring to the interphase; B. the density of substances is included as a variable, as determined from the IDS diagrams.

3. Isothermal discrete scanning and temperature analysis is an additional opportunity to search for a solution to the Stefan problem and for layer-by-layer control of the process of formation of interphase structures in Me–M compositions.

REFERENCES

- Rudskoj A.I., Kondrat'ev Ju.A., Sokolov Ju.A., Kopaev V.N. Peculiarities of modeling of the process of layer-by-layer synthesis of articles with electronic beam. *ZhTF [ZTF]*, 2015, vol. 85, no. 11, pp. 91–96. (in Russian)
- Budkin Ju.V., Sivov E.N., Sokolov Ju.A. *Jelektron-noluchevaja svarka [Electron-beam welding]*. Moscow, DKP Press, 2010. 96 p.
- Samarskij A.A., Vibishhevich P.N. *Vychislitel'naja teploperedacha [Computational heat transfer]*. Moscow, Editorial URSS, 2003. 784 p.
- Gladkov S.O., Bogdanova S.B. To the theory of nonlinear thermal conductivity. *Zhurnal tehniczeskoj fiziki [Journal of Technical Physics]*, 2016, vol. 86, no. 2. pp. 1–7. (in Russian)
- Volchenko T.S., Jalovec A.P. Calculation of effective thermal conductivity of powder materials from spherical particles in gas atmosphere. *ZhTF [ZTF]*, 2016, vol. 86, no. 3. pp. 8–19. (in Russian)
- Uglov A.A., Smurov I.Ju, Lashin A.M., Gus'kov A.G. *Modelirovanie teplofizicheskikh processov impul'snogo lazernogo vozdeystviya na metally [Simulation of thermophysical processes of pulsed laser effect on metals]*. Moscow, Nauka, 1991. 288 p.
- Doroshko G.P. *Prognozirovanie svojstv materialov po svodnoj diagramme plotnosti obrazujushchih veshhestv [Predicting Material Properties by Generative Density Summary]*. SMMT, 13. St. Petersburg, Publishing House of the Political University, 2013. pp. 695–701.
- Doroshko G.P. *Vvedenie v temperaturnyj analiz svojstv materialov [Introduction to Thermal Analysis of Material Properties]*. Samara, SGASU, 2007. 396 p.
- Doroshko G.P. Condition of compatibility of metals beyond deformation limit. *Trudy mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii [Proceedings of the International Scientific and Technical Conference]*. St. Petersburg, 2015, pp. 560–570. (in Russian)
- Doroshko G.P. *Princip sovmeshhenija obzhiga zernistykh smesej [Principle of burnishing of granular mixtures]*. Samara. SGASU, 2004. 104 p.
- Prigozhin I., Kondepudi D. *Sovremennaja termodinamika. Ot teplovykh dvoigatelej do dissipacionnykh struktur [Modern thermodynamics. From heat motors to dissipative structures]*. Moscow, MIR, 2002. 461 p.
- Landau L.D., Lifshic E.M. *Teoreticheskaja fizika [Theoretical physics]*. Moscow, FIZMATLIT, 2005. 616 p.
- Bakunov V.S., Beljakov A.V., Lukin E.S., Shajmetov U.Sh. *Oksidnaja keramika: Spekanie i polzuchest' [Oxide ceramics: Sintering and creep]*. Moscow, D. Mendeleev University, MUCTR, 2007. 584 p.
- Shejkin E.G. Model differential cross-section of elastic scattering of electrons on atoms for modeling the passage of electrons in matter by the Monte Carlo method. *ZhTF [ZTF]*, 2010, vol. 80, no. 1, pp. 3–11. (in Russian)
- Doroshko G.P. Determination of nano parameters of volume elements according to IDS data of materials substance. *Nauchnye issledovaniya, nano sistemy i resursosberegajushhie tehnologii v promyshlennosti stroitel'nykh materialov [Research, nano systems and resource-saving technologies in the construction materials industry]*, 2010, I.1. pp. 124–130. (in Russian)
- Doroshko G.P. Discrete basis of chemical thermodynamics project of structures. *XX Mezhdunarodnaja konferencija po himicheskoi termodinamike v Rossii [XX International Conference on Chemical Thermodynamics in Russia]*. Nizhni Novgorod, University Press, 2015. 357 p.
- Doroshko G.P. Density Theory T_mA Application for Material Performance. *Nano tehnologii funkcional'nykh materialov [Nano of functional materials technology]*. St. Petersburg, 2010. pp. 555–557. (in Russian)

About the author:

DOROSHKO Gennadij P.

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

ДОРОШКО Геннадий Павлович

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

For citation: Doroshko G.P. Conditions of discrete convergence of structures synthesis models in metal and non-metals compositions. *Gradostroitel'stvo i arhitektura [Urban Construction and Architecture]*, 2021, vol. 11, no. 1, pp. 79–86. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2021.01.10.

Для цитирования: Doroshko G.P. Conditions of discrete convergence of structures synthesis models in metal and non-metals compositions // Градостроительство и архитектура. 2021. Т.11, № 1. С. 79–86. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.01.10.



С. В. ЕВДОКИМОВ
Н. В. БЕКИН

АНАЛИЗ МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО ОБЪЕМА АККУМУЛИРУЮЩЕГО ВОДОЕМА ДЛЯ ЭНЕРГОКОМПЛЕКСА В СОСТАВЕ ВЭС–ГАЭС

ANALYSIS OF THE METHOD OF DETERMINING THE OPTIMAL VOLUME OF
THE STORAGE RESERVOIR FOR THE POWER COMPLEX AS PART OF THE WES-PSPP

Рассмотрены особенности использования энергокомплексов в составе ВЭС–ГАЭС. Отмечено, что наиболее актуальным и перспективным будет использование таких энергокомплексов в экологически неблагоприятных регионах, не относящихся к первоочередным по освоению ветровой энергетики. Однако широкое распространение энергокомплексы в составе ВЭС–ГАЭС в настоящее время не получили, одной из причин является отсутствие методов расчета оптимальных параметров энергокомплексов, к которым следует отнести расчеты по определению объема аккумулирующего водохранилища энергокомплекса. В результате решения задач с использованием анализа методов экономической эффективности, методов экологического обоснования для автономных систем электроснабжения была разработана методика по определению оптимального объема аккумулирующего водоема для энергокомплекса в составе ВЭС–ГАЭС, основные положения которой изложены в данной статье. Представленная методика позволяет выбрать наиболее рациональное расположение и очертание аккумулирующего водоема на местности, вписать контур водоема в естественно-природные условия, а также оптимизировать соотношение его глубины сработки и площади поперечного сечения.

Ключевые слова: объем аккумулирующего водоема, ветровые затишья, энергокомплекс в составе ВЭС–ГАЭС, концентратор потока, гидроагрегат

The article considers the peculiarities of using energy complexes as part of the WPP-PSPP. It is noted that the most relevant and promising will be the use of such energy complexes in environmentally unfavorable regions that are not among the priorities for the development of wind energy. However, the energy complexes as part of the WPP-PSPP are not currently widespread, one of the reasons is the lack of methods for calculating the optimal parameters of the energy complexes, which should include calculations to determine the volume of the storage reservoir of the energy complex. As a result of solving problems using the analysis of methods of economic efficiency, methods of ecological justification for autonomous power supply systems, a methodology was developed to determine the optimal volume of the storage reservoir for the energy complex as part of the WPP-PSPP, the main provisions of which are described in this article. The presented methodology allows you to choose the most rational location and shape of the accumulating reservoir on the ground, to fit the outline of the reservoir into natural conditions, as well as to optimize the ratio of its depth of work and cross-sectional area.

Keywords: volume of accumulating reservoir, wind lull, power complex as a part of WPP-PSPP, a flow concentrator, hydrounit

В настоящее время весьма актуальным, в условиях значительного роста цен на традиционные энергоносители, а также ежегодно ухуд-

шающейся экологической ситуации в мире, является использование возобновляемой энергии посредством комплексного использования

гидроаккумулирующей и ветровой энергии на базе энергокомплексов. Особенно перспективным и актуальным будет использование в экологически неблагоприятных регионах энергокомплексов, включающих как гидроаккумулирующую, так и ветровую энергоустановку. Такие комбинированные энергетические станции получили название энергокомплексов в составе ВЭС–ГАЭС [1, 2].

Особенностью использования таких энергокомплексов является то, что они могут быть построены в экологически неблагоприятных регионах, не относящихся к первоочередным по освоению ветровой энергетики. Широкое распространение энергокомплексы в составе ВЭС–ГАЭС в настоящее время не получили, и на то есть ряд объективных причин. Первое – это отсутствие методов по обоснованию экономической эффективности энергокомплексов, использующих возобновляемые источники энергии. Второе – недостаточно изучены методы расчета оптимальных параметров энергокомплексов, к которым следует отнести расчеты по определению объема аккумулирующего водохранилища энергокомплекса. Третье – влияние комбинированных энергоустановок на окружающую природную среду является не изученным в том объеме, в котором требуется принятие проектных и технических решений по первоочередному использованию энергоустановок такого типа.

На кафедре природоохранного и гидротехнического строительства Самарского государственного технического университета исследования, проводимые, в свое время, профессором, д.т.н. М.И. Бальзанниковым, сформировали достаточный научный задел, позволяющий решить одну из главных задач, связанных с эффективным использованием энергокомплексов в составе ВЭС–ГАЭС. И этой задачей является определение оптимального объема аккумулирующего водоема для энергетического комплекса. Решение данной задачи с использованием анализа методов экономической эффективности, методов экологического обоснования для автономных систем электроснабжения, к которым можно отнести и энергокомплексы в составе ВЭС–ГАЭС, будет являться крайне своевременной и актуальной. Расчеты по определению оптимальных параметров сооружений энергокомплексов в составе ВЭС–ГАЭС, рационального размещения сооружений, сопутствующие расчеты по определению оптимального местоположения аккумулирующего водоема, с учетом экономических, экологических условий, условий динамики местного инвестирования, – в конечном итоге позволят разработать рекомендации по проектированию и строительству в конкретных

условиях энергокомплексов подобного рода [3]. Кроме этого, данные методы и расчеты позволят повысить конкурентоспособность комбинированных энергоустановок по сравнению с традиционными типами.

Основной задачей ГАЭС в совместной работе энергокомплекса является выработка электрической энергии в периоды простоя ВЭС из-за ветровых затиший, и это позволяет сделать вывод о том, что непосредственно рабочие характеристики ВЭС и сам тип ветрового агрегата влияют на выбор оптимального объема аккумулирующего водоема ГАЭС. Оптимальный объем водохранилища должен обеспечивать работу ГАЭС в турбинном режиме в период ветровых затиший. Последние, в свою очередь, зависят от местоположения энергокомплекса, от частоты появления и продолжительности. Эти характеристики ВЭС, а именно их интегральные составляющие были получены для условий Самарской области с помощью разработанной на кафедре природоохранного и гидротехнического строительства профессором М.И. Бальзанниковым программы «VET». Результаты расчета были обработаны и представлены в виде графиков.

Если ввести допущение, что продолжительность ветровых затиший является величиной непрерывной, то полезный объем аккумулирующего водоема энергокомплекса, необходимый для обеспечения работы ГАЭС в турбинном режиме, будет определяться формулой

$$V_{II} = \frac{36, N_T T_3}{H_T \eta},$$

где N_T – мощность гидравлической турбины; T_3 – расчетная продолжительность непрерывного затишья ветра; H_T – расчетный напор турбинного режима; η – КПД агрегата в турбинном режиме.

Как показали исследования, наиболее длительные непрерывные энергетические затишья имеют очень малую вероятность и повторяемость. В связи с этим нецелесообразно проектировать водоемы ГАЭС с максимальным объемом, позволяющим обеспечивать потребителя электроэнергией со 100 %-й обеспеченностью [4]. В редких случаях необеспечения энергией экономически выгоднее выплачивать потребителю штраф.

На кафедре природоохранного и гидротехнического строительства СамГТУ выполнены многочисленные исследования влияния величины ставки штрафа на выбор полезного объема. Проводились аналитические расчеты при различных мощностях и сочетаниях состава основных объектов энергокомплекса ГАЭС–ВЭС. В частности, рассматривались варианты ветро-

агрегатов как с концентраторами ветрового потока, так и без них.

Так, графические расчеты изменения дисконтированной стоимости затрат по водоему и выплачиваемых штрафов за невыданную электроэнергию при варьировании расчетной продолжительностью энергетических затиший, а следовательно, полезным объемом водоема для варианта энергокомплекса ГАЭС–ВЭС с ветроагрегатами АВЭ-250 показали следующее. Если в энергокомплексе ветроагрегат используется без концентраторов потока, то оптимальная расчетная продолжительность непрерывного энергетического затишья, на которую экономически целесообразно предусмотреть объем аккумулирующего водоема, составит 42 часа. Однако если применять концентраторы ветрового потока, то величина эта может быть снижена до 12 часов, при этом стоимость штрафов и затраты на возведение водоема сократятся в два раза [5, 6].

Аналогичные результаты были получены и в других вариантах. Таким образом, использование новых конструкций ВЭС не только увеличивает выработку электроэнергии, но и уменьшает объем невыданной энергии потребителю и сокращает затраты по аккумулирующему водоему. Кроме этого, применение концентраторов обеспечивает снижение платы за земельные ресурсы, необходимые для ее отвода под водоем.

В качестве приложения разработанных методик были рассмотрены многочисленные варианты размещения энергокомплексов ГАЭС–ВЭС и определены их параметры. Ниже приводятся некоторые из полученных результатов.

Рассмотрим работу энергокомплекса ГАЭС–ВЭС по схеме, когда электроснабжение идет только от ГАЭС. График суточной нагрузки зададим в соответствии с таблицей.

Пример осредненных данных графика суточной нагрузки

Интервалы времени, ч	0 – 2	2 – 4	4 – 6	6 – 8	8 – 10	10 – 12
Нагрузка, МВт	0,2	0	0,2	0,6	1,4	1,6
Интервалы времени, ч	12 – 14	14 – 16	16 – 18	18 – 20	20 – 22	22 – 24
Нагрузка, МВт	1	2	2,5	2	1,1	0,6

Исходя из этих данных, сделан вывод, что установленная мощность турбин на ГАЭС должна быть 2,5 МВт. Средняя суточная нагрузка составит 1,1 МВт, следовательно, для расчетного периода в три месяца объем потребления энергии составит 2,4 млн. кВт·ч. Тогда при $\eta_d = 0,74$ выработка на ВЭС должна составлять 3,24 млн. кВт·ч.

Если для электрообеспечения использовать ветроагрегаты АВЭ-250 с концентраторами, то выработка энергии одним ВЭА будет равна 0,33 млн. кВт·ч. Следовательно, потребуется 10 агрегатов. Таким образом, общая установленная мощность ВЭС будет равна 2,5 МВт.

При требовании потребителя обеспечивать его энергией с обеспеченностью 99 % расчетная продолжительность затиший составит 73 часа, которой при напоре 260 м будет соответствовать полезный объем водоема 340 тыс. м³. Его энергетический эквивалент составляет 0,2 млн. кВт·ч. Если обеспеченность снизить до 94 %, то объем водоема уменьшится до 60 тыс. м³.

Рассмотрим работу ГАЭС–ВЭС по схеме, когда ВЭС может непосредственно обеспечивать энергией потребителя при наличии ветра. Тогда ГАЭС выдает энергию только в часы энергетических затиший. При соотношении поставляемой энергии 4 : 1, например 1,9 млн. кВт·ч и 0,5 млн. кВт·ч, необходимая выработка

на ВЭС составит 2,6 млн. кВт·ч при том же значении КПД аккумулирования. Тогда потребуется 8 агрегатов АВЭ-250.

Вывод. Представленная методика, помимо определения оптимального объема, позволяет выбирать наиболее рациональное расположение и очертание аккумулирующего водоема на местности, вписывать контур водоема в естественно-природные условия, а также оптимизировать соотношение его глубины сработки и площади поперечного сечения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бальзанников М.И., Елистратов В.В. Возобновляемые источники энергии. Аспекты комплексного использования. Самара: ООО «Офорт», 2008. 331 с.
2. Бальзанников М.И. Решение проблем развития энергетики на основе возобновляемых источников энергии в Среднем Поволжье // Научная школа академика Ю.С. Васильева в области энергетики и охраны окружающей среды: сб. науч. тр. СПб.: СПбГПУ, 2004. С. 25–39.
3. Бальзанников М.И., Евдокимов С.В. Обоснование местоположения аккумулирующего водоема энергокомплекса в составе гидроаккумулирующей и ветроэнергетической электростанций // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительство: сб. ст. / СГАСУ. Самара, 2015. С. 184–187.

4. Романов А.А. Жигулевская ГЭС. Эксплуатация гидротехнических сооружений. Самара: Издательский дом «Агни», 2010. 360 с. Кн. I.

5. Васильев Ю.С., Кубышкин Л.И. О технологии проектирования объектов гидроэнергетики // Гидротехническое строительство. 2014. № 7. С. 2–8.

6. Елистратов В.В. Возобновляемая энергетика. СПб.: Наука, 2013. 308 с. Изд. 2-е, доп.

5. Vasil'ev Yu.S., Kubyshkin L.I. On the design technology of hydropower facilities. *Gidrotekhnicheskoe stroitel'stvo* [Hydrotechnical construction], 2014, no. 7, pp. 2–8. (In Russian)

6. Elistratov V.V. *Vozobnovlyаемая энергетика* [Renewable energy]. St. Petersburg, Nauka. 308 p. Izd. 2, dop.

REFERENCES

1. Bal'zannikov M.I., Elistratov V.V. *Vozobnovlyаемые источники энергии. Аспекты комплексного использования* [Renewable energy. Aspects of Integrated Use]. Samara, Ofort, 2008. 331 p.

2. Bal'zannikov M.I. Solving problems of energy development based on renewable energy sources in the Middle Volga region. *Nauchnaya shkola akademika Yu.S. Vasil'eva v oblasti energetiki i okhrany okruzhayushchey sredy* [Scientific school of academician Yu.S. Vasiliev in the field of energy and environmental protection]. St. Petersburg, 2004, pp. 25–39. (In Russian)

3. Bal'zannikov M.I., Evdokimov S.V. Substantiation of the location of the storage reservoir of the energy complex as part of the hydraulic storage and wind power plants. *Traditsii i innovatsii v stroitel'stve i arkhitekture. Stroitel'stvo* [Traditions and innovations in construction and architecture. Construction]. SGASU. Samara, 2015, pp. 184–187. (In Russian)

4. Romanov A.A. *Zhigulevskaya GES. Ekspluatatsiya gidrotekhnicheskikh sooruzheniy* [Zhigulevskaya hydroelectric station. Operation of hydraulic structures]. Samara, Agni, 2010. 360 p.

Об авторах:

ЕВДОКИМОВ Сергей Владимирович

кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой природоохранного и гидротехнического строительства Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: sali5@mail.ru

Evdokimov Sergey V.

PhD in Engineering Science, Head of the Nature Protection and Hydrotechnical Construction Chair Samara State Technical University Academy of Architecture and Civil Engineering 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya St., 244 E-mail: sali5@mail.ru

БЕКИН Николай Валерьевич

начальник службы мониторинга оборудования и гидротехнических сооружений ПАО «РусГидро»–«Жигулевская ГЭС» 445350, Россия, Самарская область, г. Жигулевск, Московское шоссе, 2 E-mail: bekinnv@zhiges.rushydro.ru

Bekin Nikolai V.

Head of the Monitoring Service of Equipment and Hydraulic Structures RusHydro-Zhigulevskaya HPP 445350, Russia, Samara region, Zhigulevsk, Moscow highway, 2 E-mail: bekinnv@zhiges.rushydro.ru

Для цитирования: Евдокимов С.В., Бекин Н.В. Анализ метода определения оптимального объема аккумулирующего водоема для энергокомплекса в составе ВЭС–ГАЭС // Градостроительство и архитектура. 2021. Т.11, № 1. С. 87–90. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.01.11.

For citation: Evdokimov S.A., Bekin N.V. Analysis of the method of determining the optimal volume of the storage reservoir for the power complex as part of the WES-PSPP. *Gradostroitel'stvo i arkhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2021, vol. 11, no. 1, Pp. 87–90. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2021.01.11.

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



УДК 69.059.35

DOI: 10.17673/Vestnik.2021.01.12

**В. М. БАЛЬКИН
И. Г. ФРОЛОВА**

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПЕРЕКРЫТИЯ ДЕРЕВЯННОГО БРЕВЕНЧАТОГО ЗДАНИЯ ПРИ РЕСТАВРАЦИИ

RESTORATION OF THE OVERLAP OF A WOODEN LOG BUILDING

Рассматриваются трудности реставрации объектов культурного наследия, связанные с проведением строительных работ при восстановлении конструкций, а также финансированием реставрационных работ. Затронуты моменты проведения обследования конструкций «возрастных» объектов. На примере ремонта перекрытия исторического деревянного бревенчатого здания рассмотрены методы и способы усиления деревянных элементов перекрытия, применяемые изделия, сочетание исторических и современных материалов. В результате ремонта деревянного перекрытия была восстановлена пространственная жесткость здания, повышена огнестойкость конструкций.

Ключевые слова: реставрация, усиление, перекрытие, накладка, восстановление, несущая способность элемента, площадь поперечного сечения, жесткость здания, собственники, участники реставрации

The article deals with the difficulties of restoration of cultural heritage objects related to the implementation of construction works during the restoration of structures, as well as the financing of restoration works. The moments of conducting a survey of the structures of objects of “age” objects are touched upon. For example, the repair of historic wooden ceiling of a log building, considered methods and ways of strengthening wooden elements overlap, products used, a combination of historical and modern materials. As a result of the repair of the wooden floor, the spatial rigidity of the building was restored, and the fire resistance of the structures was increased.

Keywords: restoration, reinforcement, overlap, overlay, restoration, bearing capacity of the element, cross-sectional area, rigidity of the building, owners, restoration participants

Реставрация здания – комплекс мероприятий, которые обеспечивают восстановление архитектурно-исторического облика здания. В данный комплекс входят мероприятия по обеспечению несущей способности здания, а именно усиление частей и конструкций здания. Целью исследования является проработка усиления перекрытия и обеспечение общей целостности здания при реставрации.

Решения по реставрации отражаются в научно-проектной документации по реставрации объекта культурного наследия. Без научно-проектной документации, прошедшей историко-культурную экспертизу, а при необходимости и Главгосэкспертизу, какие-либо ре-

монтно-реставрационные работы производить на объекте запрещено. Очень часто финансирование реставрации объекта культурного наследия происходит не в целом по зданию, а по его частям [1]. Следовательно, разработка научно-проектной и сметной документации происходит только на определенный объем работ. Причинами частичного финансирования объектов культурного наследия выступают многие факторы, одним из которых является наличие на объекте культурного наследия нескольких собственников, с разными формами собственности. Такое положение вещей затрудняет работу российских реставраторов. Проблема заключается в невозможности полного обследования

всех конструкций здания, так как многие собственники, не участвующие в финансировании реставрации, запрещают производить на своей территории какие-либо изыскательские работы. Вследствие этого информация, отраженная в научно-проектной документации, не всегда является полной. При производстве ремонтно-реставрационных работ также затруднена организация строительной площадки и выполнение работ на приграничных территориях разных собственников.

Вследствие финансирования реставрации объекта культурного наследия по частям здания коллективу реставраторов (проектировщики, производители работ) часто приходится работать с листа, принимая решения непосредственно во время ремонтно-реставрационных работ.

В качестве показательного примера принятия нестандартных оперативных решений реставраторов во время производства работ можно рассмотреть реставрацию объекта культурного наследия одного из исторических зданий по улице Ленинской в городе Самаре, также финансируемого по частям. Объект представляет собой двухэтажное деревянное бревенчатое здание с утепленным и обшитым террасной доской фасадом. По контракту предусматривалась реставрация интерьеров внутренних помещений второго этажа с воссозданием деревянного дощатого пола и заменой изолирующей засыпки перекрытия современным негорючим материалом. Конструкция перекрытия состояла из деревянных несущих балок, наката по черепным брускам, деревянных лаг с дощатыми полами (рис. 1). Между полом и накатом засыпка из шлака. По низу балок прибита подшивка из доски с дранкой и штукатурным слоем, что служит потолком первого этажа. Обследование деревянных перекрытий было выполнено по ГОСТовской методике по аналогии, изложенной в работах [2, 3]. В строительных конструкциях были выявлены нарушения, характерные для бревенчатых зданий [4].

Проблема реставрации объекта возникла при ремонте перекрытия. После демонтажа деревянного дощатого пола стало видно, что концы деревянных несущих балок перекрытия, опирающихся на одну из наружных стен, прогнулись, потеряли площадь поперечного сечения, а следовательно, и свою несущую способность. Кроме того, часть балок просела, тем самым создав давление на стену, в результате чего несколько венцов стены прогнулись в сторону улицы, создав дополнительное напряжение в углах здания и стыках. Здание в целом утратило пространственную жесткость, регламентируемую СП 64.13330.2017 «Деревянные конструкции».

Классический метод усиления концов деревянных балок – установка деревянных накладок из доски или бруса. Также возможно выполнить усиление деревянных балок способами, изложенными в статьях [5–7].

В реставрации объектов культурного наследия предпочтительнее используются материалы, из которых были изготовлены конструкции изначально. Но в данном случае, кроме усиления самих балок, необходимо было создать диск жесткости, причем варианты усиления со стороны фасада были невозможны, так как в объеме контракта разборка обшивки фасада не предусматривалась. Было принято решение комбинировать материалы деталей усиления балок. Накладки для опорной части балок были выполнены из листового металла толщиной 8 мм и шириной, равной высоте балки, что соответствует требованиям СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции». Длина накладки зависела от длины повреждения деревянной балки. Захват накладкой неповрежденной части тела балки составлял не менее 1200 мм. На каждую балку устанавливали по две наклейки с боков. Наклейки между собой крепились через тело балки шпильками диаметром 16 мм и гайками, расположенными в два ряда в шахматном порядке. Бока деревянной балки стесывались для увеличения площади соприкосновения с накладками (рис. 2).

Под наклейки в местах опоры на стену ставились опорные подушки в виде металлических пластин толщиной 10-12 мм (рис. 3). Для крепления балки к наружной стене и создания пространственной жесткости к каждой металлической накладке приварили металлические прутья диаметром 16 мм с резьбой на конце. Прутья через просверленные отверстия в стене вывели за наружную поверхность бревен. Усиливаемые балки в местах опоры на внутренние стены закрепили с балками, расположенными на соседнем пролете, и с внутренней стеной с помощью деревянных накладок и металлических уголков (рис. 4, 5). Балки, опирающиеся на противоположную наружную стену, и места сопряжения балок оказались в удовлетворительном состоянии. Таким образом, получилась линия связи от одной наружной стены до противоположной. В дальнейшем, при реставрации фасада, к выпущенным металлическим прутьям с помощью гаек прикрепили металлические швеллеры в вертикальном положении длиной около двух метров, захватывающие по несколько венцов сверху и снизу от отметки перекрытия (рис. 6). Натяжение производилось минимальным для фиксации положения венцов стены и предупреждения дальнейшего сдвига.

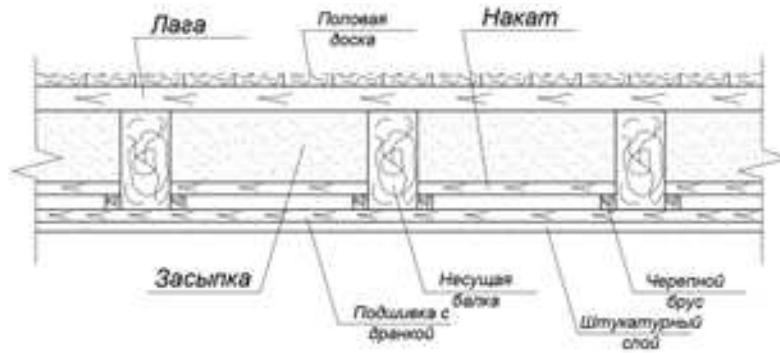


Рис. 1. Конструкция перекрытия



Рис. 2. Деревянная балка с металлическими накладками

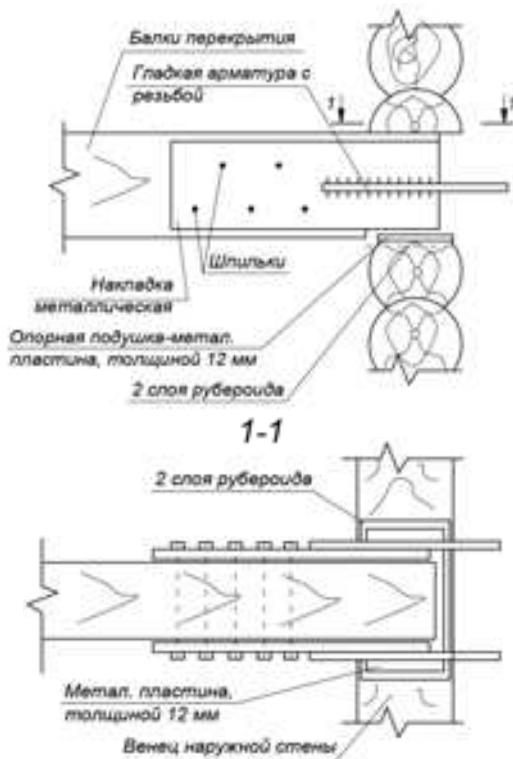


Рис. 3. Опорный узел балки перекрытия

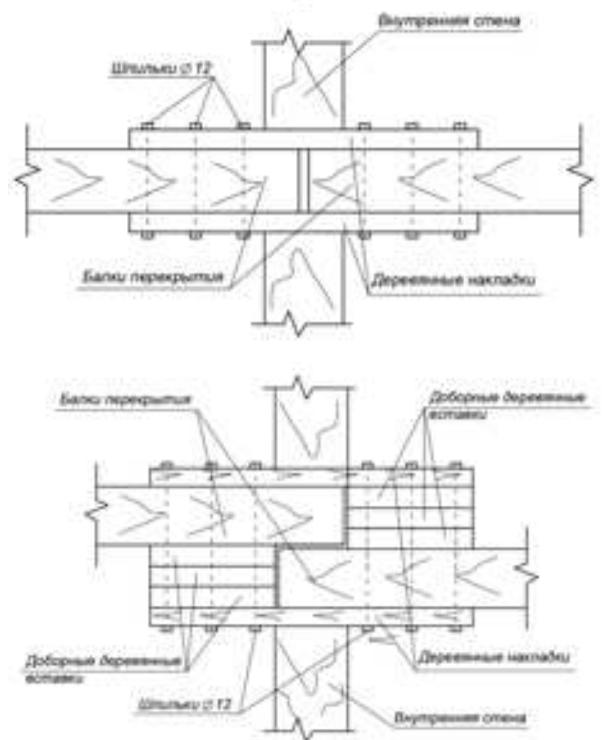


Рис. 4. Узлы соединения балок между собой на внутренней стене

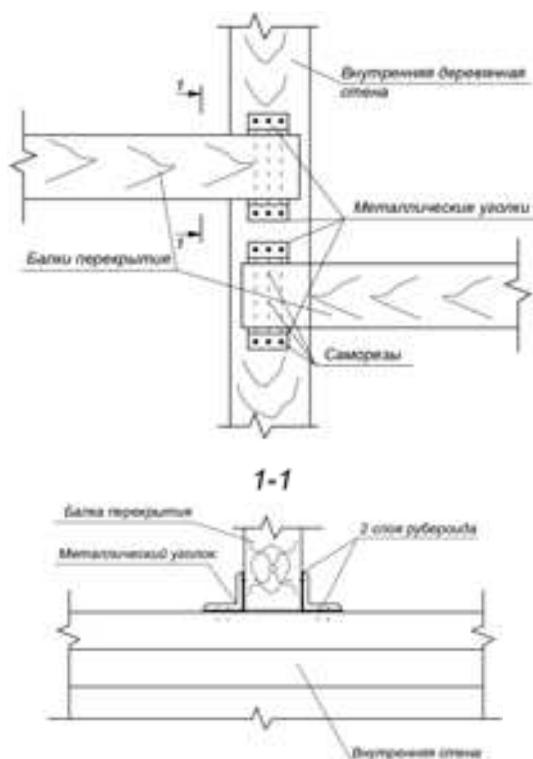


Рис. 5. Узел соединения балки перекрытия с внутренней стеной

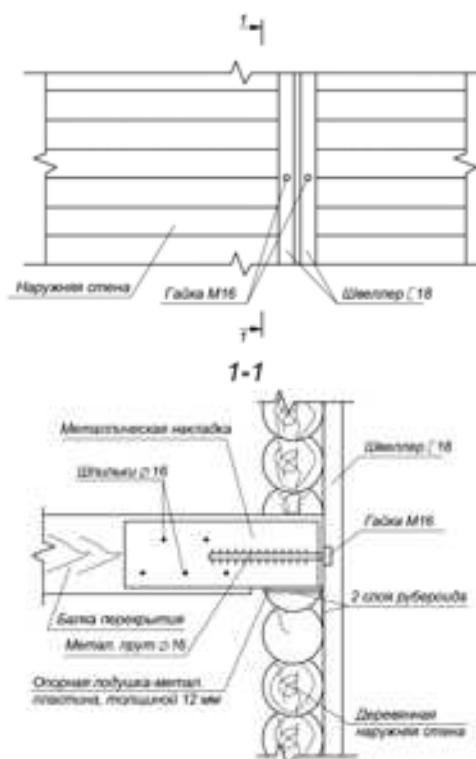


Рис. 6. Узлы сопряжения балки перекрытия с наружной стеной

Приведенный комплекс мероприятий, отраженный в научно-реставрационном отчете и входящей в него исполнительной документации, позволил восстановить перекрытие, выполнить сопряжение перекрытия со стеной, создать необходимую пространственную жесткость здания, повысить его огнестойкость.

Большинство объектов культурного наследия построены более 100-150 лет назад. И даже при тщательном и комплексном обследовании здания и разработке научно-проектной документации при производстве работ возникают непредвиденные ситуации, требующие внесения изменений и дополнений в проектную документацию. Одной из наиболее ответственных и проблемных частей реставрируемого здания являются деревянные перекрытия. Конструкции перекрытий скрыты отделочными слоями: сверху чистый пол, снизу потолок. Шурфы в перекрытии, выполненные во время обследования, не всегда отражают полную картину состояния конструкций. К тому же зачастую обследования производятся в эксплуатируемых зданиях. В таких случаях возникает необходимость во время производства работ менять проектные решения, заменять первоначальные материалы на относительно современные. Но и при изначально полной ясности состояние конструкций пере-

крытий и других частей здания реставраторы в целях экономической эффективности, технологической необходимости и соблюдения современных норм, в том числе требований противопожарной защиты (СП 2.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты»), применяют более современные материалы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации: федер. закон Рос. Федерации от 25 июня 2002 г. № 73-ФЗ: принят Гос. Думой 24 мая 2002 г.: одобр. Советом Федерации 14 июня 2002 г. М., 2002, 29 июня.
2. Перминов Д.А. Результаты обследования деревянных балок междуэтажного перекрытия // Строительство и техногенная безопасность. 2017. № 7 (59). С. 43–45.
3. Зобкова Н.В., Кизимова О.В. Обследование здания второй половины XIX века // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2017. № 7. С. 32–35.
4. Кизимова О.В., Зобкова Н.В. Анализ дефектов перекрытий здания – объекта культурного наследия // Градостроительство и архитектура. 2019. Т. 9. № 4 (37). С. 22–26. DOI: 10.17673/Vestnik.2019.04.4.

5. Гуделина Г.Д., Захарчук М.Г. Реставрация деревянных зданий // Молодежный вестник ИрГТУ. 2018. Т. 8. № 1. С. 83.

6. Ерохина Н.С., Ерохина А.С. Усиление балок перекрытия при реконструкции памятников деревянного зодчества // Вестник Забайкальского государственного университета. 2017. № 1 (21). С. 120–123.

7. Рощина С.И., Смирнов Е.А., Лукин М.В., Лукина А.В., Грибанов А.С. Восстановление деструктивных участков опорной зоны деревянных балок путем пропитки полимерным раствором // Научно-технический вестник Поволжья. 2014. № 5. С. 293–296.

REFERENCES

1. The federal law of the Russian Federation of June 25, 2002 no. 73-FZ On objects of cultural heritage (monuments of history and culture) of the peoples of the Russian Federation. *Rossiiskaia hazeta* [Russian Newspaper], 29 June 2002, no. 116 (in Russian)

2. Perminov D.A. Results of survey of wooden beams of inter-floor floor. *Stroitel'stvo i tekhnogennaya bezopasnost* [Construction and man-made safety], 2017, no 11(59), pp. 43-45. (in Russian)

Об авторах:

БАЛЬКИН Василий Михайлович

старший преподаватель кафедры стоимостного инжиниринга и технической экспертизы зданий и сооружений
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: rekonstrukzia@list.ru

ФРОЛОВА Ирина Геннадьевна

старший преподаватель кафедры стоимостного инжиниринга и технической экспертизы зданий и сооружений
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: rekonstrukzia@list.ru

3. Zobkova N.V., Kizimova O.V. Survey of the building of the second half of the XIX century. *Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta im. V.G. Shukhova* [Bulletin of the Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov], 2017, no. 7, pp. 32-35. (in Russian)

4. Kizimova O.V., Zobkova N.V. Analysis of defects in the floors of a building – an object of cultural heritage. *Gradostroitel'stvo i arkhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2019, vol. 2, no.4, pp. 22-26. (in Russian)

5. Gudelina G.D., Zakharchuk M.G. Restoration of wooden buildings. *Molodezhnyy vestnik IrGTU* [Youth Bulletin of IrSTU], 2018, vol. 8, no. 1, p.83. (in Russian)

6. Erokhina N.S., Erokhina A.S. Reinforcement of floor beams during the reconstruction of wooden architecture monuments. *Vestnik Zabaykal'skogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of Transbaikalian State University], 2017, no. 1 (21), pp.120-123. (in Russian)

7. Roshchina S.I., Smirnov E.A., Lukin M.V., Lukina A.V., Gribanov A.S. Restoration of destructive sections of the support zone of wooden beams by impregnation with polymer solution. *Nauchno-tekhnicheskiiy vestnik Povolzh'ya* [Scientific and Technical Bulletin of the Volga Region], 2014, no. 5, pp. 293-296. (in Russian)

BALKIN Vasily M.

Senior Lecturer of the Cost Engineering and Technical Expertise of Buildings and Structures Chair
Samara State Technical University
Academy of Architecture and Civil Engineering
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244
E-mail: rekonstrukzia@list.ru

FROLOVA Irina G.

Senior Lecturer of the Cost Engineering and Technical Expertise of Buildings and Structures Chair
Samara State Technical University
Academy of Architecture and Civil Engineering
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244
E-mail: rekonstrukzia@list.ru

Для цитирования: Балькин В.М., Фролова И.Г. Восстановление перекрытия деревянного бревенчатого здания при реставрации // Градостроительство и архитектура. 2021. Т.11, № 1. С. 91–95. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.01.12.

For citation: Balkin V.M., Frolova I.G. Restoration of the Overlap of a Wooden Log Building. *Gradostroitel'stvo i arkhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2021, vol. 11, no. 1, Pp. 91–95. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2021.01.12.

М. А. ГРАНСТРЕМ
М. В. ЗОЛОТАРЁВА

СПЕЦИФИКА АРХИТЕКТУРНО-ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ПЕТРОГРАДСКОЙ СТОРОНЫ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

**SPECIFICITY OF THE ARCHITECTURAL AND SPATIAL ORGANIZATION
OF THE PETROGRAD SIDE OF ST. PETERSBURG**

Сохранение историко-градостроительного и архитектурного наследия центральных территорий Санкт-Петербурга требует особого подхода к решению проблем реконструкции и реновации исторической городской среды. Современный период, характеризующийся активной реконструкцией исторического центра, выдвигает новые требования к сохранению объектов культурного наследия. Отношение к истории как к опыту, на который должна опираться современная практика, предполагает раскрытие исторических архитектурно-градостроительных процессов на основе систематизации имеющихся и восполнения недостающих сведений. Это позволяет сделать анализ пространственно-временных трансформаций, которые претерпевал город в ходе своего развития. Выявление внутренних закономерностей генезиса этих процессов имеет важное значение. В статье дается анализ состояния городских ландшафтов в границах исторических территорий Петроградского района Санкт-Петербурга.

Ключевые слова: Санкт-Петербург, памятники истории и культуры, архитектурный ландшафт, историческая среда, визуальные доминанты

Введение

Уникальность Санкт-Петербурга состоит в том, что он возводился по единому генеральному плану и в максимально короткие сроки. Историческая архитектурно-пространственная среда Петербурга характеризуется неповторимой органичностью и целостностью, несмотря на разнообразие составляющих ее элементов. Историко-культурная преемственность является основополагающим условием успешного развития градостроительных процессов, так как воплощает в себе осознание непреходящей ценности архитектурного наследия, бережного отношения к памятникам истории и культуры.

Основная часть

Ведущая роль в формировании исторических районов города принадлежит Невской акватории с характерным рисунком береговых

The preservation of the historical, urban planning and architectural heritage of the central territories of St. Petersburg requires a special approach to solving the problems of reconstruction and renovation of the historical urban environment. The modern period, characterized by active reconstruction of the historical center, puts forward new requirements for the preservation of cultural heritage sites. The attitude to history as an experience, on which modern practice should be based, presupposes the disclosure of historical architectural and urban planning processes on the basis of systematization of existing and filling in missing information. This allows us to analyze the spatial and temporal transformations that the city underwent in the course of its development. Revealing the internal laws of the genesis of these processes is of great importance. The article analyzes the state of urban landscapes within the boundaries of the historical territories of the Petrogradsky district of St. Petersburg.

Keywords: St. Petersburg, monuments of history and culture, architectural landscape, historical environment, visual dominants

линий, повлиявшим на планировочную структуру застройки. Значительную часть единого открытого пространства образуют проспекты и улицы города, участвующие в формировании восприятия глубинных перспектив локальных участков.

Исторически Петербургская (а впоследствии – Петроградская) сторона – семь островов дельты Невы: Заячий, Петербургский, Аптекарский, Петровский, Крестовский, Каменный и Елагин. Наибольшее влияние на перспективные раскрытия в границах территории Петербургского (ныне – Петроградского) острова оказывал комплекс Петропавловской крепости на Заячьем острове, в частности Петропавловский собор. Первое поселение, ставшее основой столицы Российского государства, начало развиваться здесь же, рядом с крепостью, отделенной Кронверкским протоком, – на Петербургском

острове. Именно здесь появились первые жилые дома и первые улицы; на площади, раскрытой в сторону Невы, разместились коллегии, деревянная Троицкая церковь, торговый порт с пристанью, таможня. Недалеко от площади был возведен домик Петра, вблизи которого расположились жилые дома знати.

С распространением города по Невским берегам Петербургский остров стал местом размещения полков – Невского, Петербургского, Копорского, Ямбургского и Белозерского. Это сформировало структуру взаимоперпендикулярных улиц, которую пересекал Большой проспект. Позже, параллельно ему, были проложены Малый проспект и Большая Пушкарская улица. Они были застроены деревянными одно- и двухэтажными домами усадебного типа с огородами и садами. Трасса будущего Каменноостровского проспекта пересекала остров от Большой Невы до Малой Невки. Она соединяла ядро города с Каменным островом и далее с северными пригородами. Пространство у эспланады Кронверка оставалось свободным почти до середины XIX в. [1]. Полукруглое пространство, прилегающее к эспланаде в этом месте, заложило веерную уличную сеть расходящихся от Кронверка улиц, упирающуюся в ортогональную сетку полковых слобод, разместившихся в середине острова (рис. 1).

Структура улиц острова, сложившаяся таким «естественным» путем, позже была закреплена «Планом на урегулирование С. Петербурга 1880 года».

Объемно-пространственная среда рассматриваемого участка представляет собой результат наложения двух планировочных сеток [2] разного периода формирования, призванных решать разные функционально-планировочные задачи. Так, на структуру полковых слобод, возникших в XVIII в. с мелкой «нарезкой» регулярных квартальных участков, легла развилка двух направлений будущих Каменноостровского и Большого проспектов [3]. В конце XIX в. с развитием города в основном в северном направлении, а также в связи с отменой запрета на строительство частных деревянных домов на Петроградской стороне именно эти улицы приобретают парадно-репрезентативное значение, что нашло отражение в их объемно-пространственной структуре [4].

Отсутствие транспортного сообщения Петербургского острова с другими частями города тормозило его развитие; активно застраивались дачами и особняками знати только прилегающие ему малые острова – Каменный, Елагин, Крестовский.

Постройка в 1903 г. Троицкого моста значительно отодвинет границу города на север, а Петербургский остров переживет настоящий строительный бум. На месте деревянных домиков, оставшихся от полковых слобод и обывательской усадебной застройки, буквально за одно десятилетие возникнут многоэтажные репрезентативные каменные жилые дома. Главной репрезентативной магистралью становится Каменноостровский проспект, представляю-



Рис. 1. Регулярная сетка полковых слобод и веерная система улиц, окружающих Кронверк (фрагмент Плана Петербургской части города 1861 г.)

щий собой целостный градостроительный ансамбль, сформированный комплексами доходных домов [5] (рис. 2).

Каменноостровский проспект берет свое начало от Троицкого моста, где еще в начале XVIII в. возникла Троицкая площадь.

Несмотря на то, что пространство площади организовано разновременными объектами, оно производит целостное композиционно-художественное впечатление. Начало площади было положено архитектором А.И. фон Гогеном строительством в 1904–1906 гг. особняка Кшесинской. Несмотря на свободный план сооружения, архитектор закрепил угол ротондой, сделав ее отправной точкой двух магистралей – Каменноостровского проспекта и Большой Дворянской улицы [6].

Дальнейшее формирование площади относится уже к архитектуре советского времени. Ее восточную часть закрепил фронт двух зданий: Дома Политкаторжан (арх. Г. А. Симонов) и здания ЛенНИИпректа, построенного в 1956 г. (архитекторы О. Гурьев, Я. Лукин, А. Щербенок, Н. Максимов).

Говоря о Каменноостровском проспекте как об ансамбле, следует отметить, что имен-

но площади задают ритмику его архитектурно-пространственной организации. Преодолев зеленые кулисы парка, разбитого на месте гласиса, мы встречаем еще одну площадь. Ее северо-западную сторону формирует активный полукруг здания, построенного в 1949–1951 гг. по проекту О. Гурьева и В. Фромзеля. Здание декорировано ритмичным строем пилястр, обрамляющих окна третьего и четвертого этажей (рис. 3). Доминантой площади является памятник Максиму Горькому (скульптор В. В. Исаева, архитекторы Е. А. Левинсон и М. Р. Габеев). Для композиционной связи площади с собственным домом Лидвалей, построенным в 1904 г., памятник был расположен по оси его курдонера [7].

Уникальность исторической части Петроградской стороны состоит в том, что ее среда сложилась в период второй половины XIX–начала XX в. Можно сказать, район стал экспериментальной площадкой по применению новых объемно-пространственных решений. Новыми становятся и средства архитектурной выразительности применительно к системе доминант [8].

В XVIII столетии основными доминантами в западной части острова являлись купола



Рис. 2. Формирование кварталов Каменноостровского проспекта (фрагмент карты «Санкт-Петербург с показанием улиц, набережных, площадей и проч. с присвоенными наименованиями начиная с 7 марта 1880 года по 1 сентября 1904 года, а также всех городских имуществ и отmelей в устье реки Невы, 1904 г. Регулярная сетка полковых слобод и веерная система улиц, окружающих Кронверк, фрагмент Плана Петербургской части города 1861 г.»)



Рис. 3. Здание, формирующее площадь у метро «Горьковская»
(О. Гурьев, В. Фромзель, 1949–1951 гг.)

и звонницы церквей, участвующих в визуальных связях с градообразующими ансамблями [9]:

– Князь-Владимирский собор, строительство которого велось в период 1765–1789 гг. по проектам архитекторов А. Ринальди и И. Е. Старова;

– полковая церковь Введения во Храм Пресвятой Богородицы, принадлежащая военному

ведомству, возведенная на пересечении Пушкарской и Введенской улиц в 1793–1810 гг. архитектором И. М. Леймом (сношенная в 1939–1940-х гг.);

– полковая церковь апостола Матфея (Покровская церковь) Копорского и Санкт-Петербургского полков (архитекторы А. И. Егоров, В. И. Карпов) (сношена в 1932 г.).

Во второй половине XIX в. разрыв с классикой с ее универсальностью и унифицированностью и переход к свободе формобразования приводит к новым композиционным приемам, в том числе и в отношении визуальных ориентиров.

Анализ характера среды Каменноостровского проспекта указывает на создание в этой части Петроградской стороны своеобразного ансамбля одной улицы, с характерным для нее чередованием отдельных зданий или их групп, обладающих крупным масштабом форм и деталей, а также зеленых пауз скверов. Активные силуэтные доминанты башенок доходных домов как бы нанизаны на ось проспекта. Определенный ритм задают зеленые «кулисы» скверов. При этом нарастание зеленых участков происходит от начала проспекта к площади Льва Толстого [10].

Жемчужиной Каменноостровского проспекта несомненно является Австрийская площадь (рис. 4), намеченная еще на генеральном плане Петербурга 1831 г. Свою восьмиуголь-



Рис. 4. Перспектива Каменноостровского проспекта в сторону Австрийской площади

ную форму она приобрела в 1880 г. Застройка доходными домами началась в первое десятилетие XX в. – два здания, оформляющих площадь, возведены по проекту Василия Шауба, одно – совместный проект В. Шауба и Э. Вирриха. Доходные дома, созданные на стыке барокко и югендстиля, своими башнями и щипцами формируют силуэт значительного участка Каменноостровского проспекта [11].

Следующая площадь – Льва Толстого (до 1925 г. – Архиерейская), важный узел, скрепляющий две основные оси острова – Каменноостровский и Большой проспекты. Доходный дом К. Розенштейна, возведенный в 1915 г. (А. Белогруд, К. Розенштейн), является своеобразным «замковым камнем» площади, ее композиционным, силуэтным и стилистическим акцентом.

Двигаясь от площади Льва Толстого на северо-запад, мы встретим еще одну площадь, долгое время остававшуюся безымянной (ныне – площадь Шевченко). Ее структурными компонентами стали Малый и Левашовский проспекты и Ординарная улица. Острый «авангардный» план площади сложился в 1930-е гг. и обусловлен объемно-пространственным решением Дома культуры Промкооперации, возведенного Е.А. Левинсоном и В. О. Мунцем в 1931–1938 гг. Дом культуры Промкооперации (ДК Ленсовета) должен был стать композиционной доминантой (рис. 5), но запроектированная башня не была осуществлена в задуманной высоте. А ведь башня «должна была связывать стержнем разные части Дворца культуры, вы-

ступая доминантой магистрали и окружающих открытых пространств» [12].

Одной из важных составляющих, формирующих среду исторического города, является его фоновая застройка, связывающая архитектурные ансамбли, комплексы и локальные доминанты, а также застройка, образованная в основном жилыми доходными домами. Для Санкт-Петербурга рядовая средообразующая застройка играет особую роль – это историческая ткань города, создающая его уникальную целостность и, одновременно, придающая разным районам города их неповторимый колорит [13].

Именно эта среда, в отличие от градоформирующих ансамблей, а также известных акцентных построек, является наименее изученной. В то же время она является наиболее уязвимой, поскольку современные принципы охраны памятников не предполагают комплексного подхода к охране средообразующей застройки.

Это является одной из причин многочисленных градостроительных ошибок на исторических территориях, постоянного изменения и даже уничтожения отдельных фрагментов, из которых на протяжении веков складывалась целостная, завершенная среда исторического города [14].

Заключение

- Каменноостровский проспект – уникальный объемно-пространственный ансамбль одной улицы, сложившийся в первое десятилетие XX в.

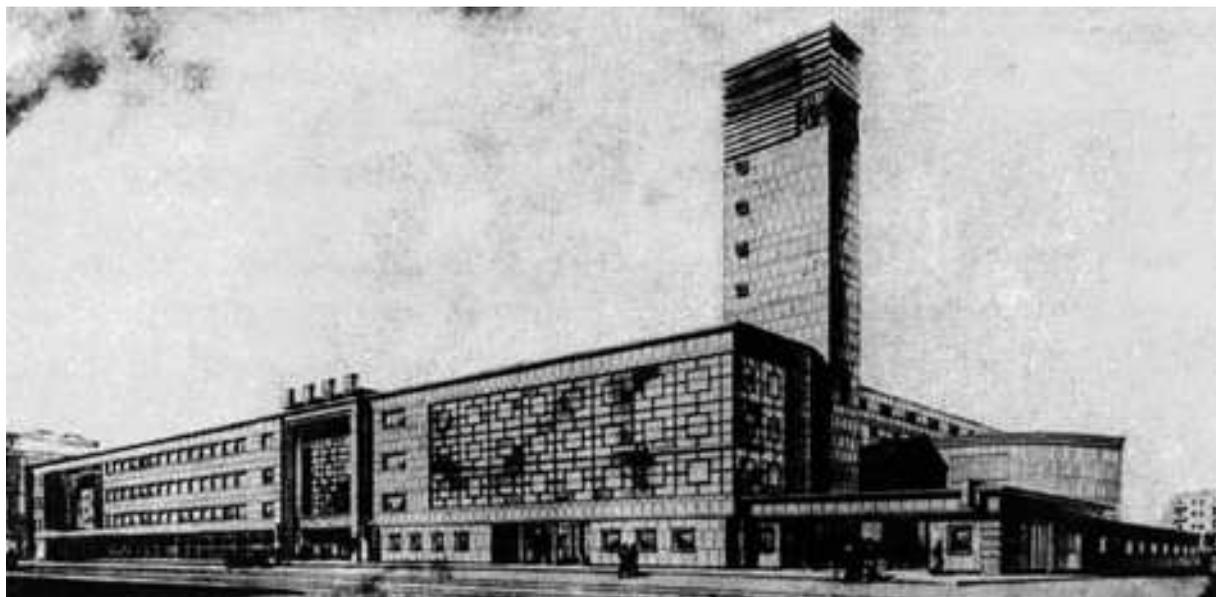


Рис. 5. Проект Дома культуры Промкооперации (Е.А.Левинсон, В.О.Мунц, 1931). ЦГАЛИ СПб.

- Система площадей и перекрестков, «на- низанная» на ось проспекта и акцентируемая ярко выраженными силуэтными доминантами, представляет собой целостную устойчивую среду.

- Каменноостровский проспект является наиболее стилистически целостным фрагментом исторической городской среды Санкт-Петербурга, обладает единым масштабом, немного укрупненным по сравнению с застройкой материковой части и Васильевского острова.

- Система курдонеров, скверов и открытых дворовых пространств, сложившаяся к 1930-м гг., является производной от архитектурно-планировочной схемы, заложенной в первое десятилетие XX в.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Заварихин С.П. Санкт-Петербург. Архитектурные сюжеты / С.-Петерб. гос. архит.-строит. ун-т. СПб.: НП-Принт, 2012. 447 с.
2. Семенов С. В. Этапы градостроительного развития Санкт-Петербурга и типология генеральных планов XVIII–XX веков // Реконструкция Санкт-Петербурга. М., 2003. С. 93–98; ил.
3. Kurbatov J., Gorunov V. The fate of the creative legacy in modern architecture in Russia, Department of Architectural Design (2013) Bulletin of Civil Engineers, 23 (13), pp. 203–206.
4. Золотарева М.В. Объемно-планировочные особенности архитектурного ландшафта исторических территорий Петроградского района Санкт-Петербурга // Вестник гражданских инженеров. СПб., 2015. № 1 (48). С.27–36.
5. Гранстрем М.А., Золотарева М.В. Исследование структуры исторической застройки Санкт-Петербурга // Жилищное строительство. 2014. № 11. С. 23–26.
6. Заварихин С.П. О силуэте и не только // Капиталь. СПб., 2012. № 1. С. 34–37.
7. Shvidkovsky D. Russian architecture and the West (2007) Yale University Press, 2007, 480 p.
8. Заварихин С.П. Современное строительство в историческом центре Петербурга // Доклады научно-практической конференции «Современные проблемы истории и теории архитектуры». СПб.: Изд. СПбГАСУ, 2015. С. 115–122.
9. Золотарева М.В. Выявление исторических закономерностей развития системы высотных доминант в центральной части Санкт-Петербурга (на основе работ художников и графиков XVIII – начала XIX века) // Сборник статей международной научно-практической конференции «Современная наука: теоретический и практический взгляд». Уфа, 2014. С. 105–109.
10. Granstrem M.A., Zolotareva M.V., Slavina T.A. High-rise construction in historical cities through the example of Saint Petersburg, E3S Web of Conferences 33, 01028 (2018), EDP Science Publishing, p. 315–324.

11. Золотарева М.В. Основные принципы пространственного и объемно-планировочного развития высотного зонирования центральной части Санкт-Петербурга // Жилищное строительство. 2015. № 11. С. 27–31.

12. Кириков Б.М., Штиглиц М.С. Архитектура Ленинградского авангарда: путеводитель. СПб.: Коло, 2008. 311 с.

13. Гранстрем М.А. К вопросу анализа средообразующей застройки Васильевского острова Санкт-Петербурга // Актуальные проблемы архитектуры и строительства: материалы V Межд. конф. СПб., 2012. С. 27–31.

14. Гранстрем М.А. Реальны ли научные методы реконструкции фрагментов исторических городов // Архитектурный альманах. Вып. 1 / СПбГАСУ. СПб.: Издательско-полиграфический комплекс НП-Принт, 2016. С. 71–78.

REFERENCES

1. Zavarihin S. P. *Sankt-Peterburg. Arhitekturnye syuzhety* [Saint Petersburg. Architectural subjects]. S-P., NP-Print., 2012. 447 p.
2. Semencov, S. Stages of urban development of St. Petersburg and typology of master plans of the XVIII–XX centuries. *Rekonstrukciya Sankt-Peterburga* [Reconstruction of St. Petersburg]. M., 2003, pp 93-98 (in Russian)
3. Kurbatov, J., Gorunov, V. The fate of the creative legacy in modern architecture in Russia, Department of Architectural Design. Bulletin of Civil Engineers, 2003, no. 23 (13), pp. 203–206.
4. Zolotareva M.V. Spatial planning features of the architectural landscape of the historical territories of the Petrogradsky district of St. Petersburg. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov* [Bulletin of Civil Engineers], 2015, no. 1 (48), pp.27-36. (in Russian)
5. Granstrem M.A., Zolotareva M.V. Research of the structure of historical buildings in St. Petersburg. *Zhishchnoe stroitel'stvo* [Housing Construction], 2014, no.11, pp. 23-26. (in Russian)
6. Zavarihin S.P. About the silhouette and not only. *Kapitel'* [Small Capitals], 2012, vol.1, pp. 34-37. (in Russian)
7. Shvidkovsky, D. Russian architecture and the West. Yale University Press, 2007. 480 p.
8. Zavarihin S.P. Modern construction in the historical center of St. Petersburg. *Doklady nauchno-prakticheskoy konferencii «Sovremennyye problemy istorii i teorii arhitektury»* [Reports of the scientific and practical conference “Modern problems of history and theory of Architecture”]. SPb, SPbGASU, 2015, pp. 115-122. (in Russian)
9. Zolotareva M.V. Identification of historical patterns of development of the system of high-rise dominants in the central part of St. Petersburg (based on the works of artists and graphic artists of the XVIII-early XIX century. *Sbornik statej mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Sovremennaya nauka: teoreticheskij i*

prakticheskij vzglyad» [Collection of articles of the international scientific and practical conference “Modern science: theoretical and practical view”]. Ufa, Aeterna, 2014, pp.105-109. (in Russian)

10. Granstrem M.A., Zolotareva M.V., Slavina T.A. High-rise construction in historical cities through the example of Saint Petersburg. E3S Web of Conferences, 2018, 33, 01028, pp. 315-324.

11. Zolotareva M. Regulating architectural and civil engineering process in Russia in the 18th-the beginning of the 20th century. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2019, vol. 687(5), pp. 76-87.

12. Kirikov B.M., SHTiglic M.S. *Arhitektura Leningradskogo avangarda. Putevoditel* [Architecture of the Leningrad avant-garde. Guide]. SPb, Kolo, 2008. 311 p.

13. Granstrem M.A. On the issue of analyzing the environment-forming development of Vasilievsky Island in St. Petersburg. *Aktual'nye problemy arhitektury i stroitel'stva: materialy V Mezhd. konf., 25-28 iyunya 2013 g.* [Actual problems of architecture and construction: materials of the V Int. Conf., June 25-28, 2013]. SPb., 2012. (in Russian)

14. Granstrem M.A. Are scientific methods of reconstructing fragments of historical cities real? *Arhitekturnyj al'manah* [Architectural Almanac]. Is.I. SPb., NP-Print, 2016, pp. 71-78 (in Russian)

Об авторах:

ГРАНСТРЕМ Мария Александровна

кандидат архитектуры, доцент, доцент кафедры истории и теории архитектуры
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет
190005, Россия, г. Санкт-Петербург,
ул. 2-ая Красноармейская, 4
E-mail: arch_project@bk.ru

GRANSTREM Maria A.

PhD in Architecture, Associate Professor of the History and Theory of Architecture Chair
Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering (SPbGASU)
190005, Russia, St. Petersburg,
2nd Krasnoarmeyskaya str., 4
E-mail: arch_project@bk.ru

ЗОЛОТАРЁВА Милена Владимировна

кандидат архитектуры, доцент, доцент кафедры истории и теории архитектуры
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет
190005, Россия, г. Санкт-Петербург,
ул. 2-ая Красноармейская, 4
E-mail: goldmile@yandex.ru

ZOLOTAREVA, Milena V.

PhD in Architecture, Associate Professor of the History and Theory of Architecture Chair
Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering (SPbGASU)
190005, Russia, St. Petersburg,
2nd Krasnoarmeyskaya str., 4
E-mail: goldmile@yandex.ru

Для цитирования: Гранстрем М.А., Золотарёва М.В. Специфика архитектурно-пространственной организации Петроградской стороны Санкт-Петербурга // Градостроительство и архитектура. 2021. Т.11, № 1. С. 96–102. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.01.13.

For citation: Granstrem M.A., Zolotareva M.V. Specificity of the Architectural and Spatial Organization of the Petrograd Side of St. Petersburg. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2021, vol. 11, no. 1, Pp. 96–102. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2021.01.13.

Э. В. ДАНИЛОВА

КОНЦЕПЦИЯ КОЛЛАЖНОГО ГОРОДА КОЛИНА РОУ И ФРЕДА КЕТТЕРА В КОНТЕКСТЕ СОВРЕМЕННОЙ ТЕОРИИ АРХИТЕКТУРЫ

CONCEPT OF THE COLLAGE CITY OF COLIN ROWE AND FRED KETTER IN THE CONTEXT OF CONTEMPORARY ARCHITECTURE THEORY

Рассматривается концепция коллажа, предложенная Колином Роу и Фредом Кеттером в качестве архитектурной и градостроительной проектной стратегии и изложенная в книге «Коллажный город». Рассмотрены предпосылки концепции коллажа, описываются условия, в которых сформировалась научная и творческая позиция Колина Роу, развитая его учениками. Поэтапно анализируется аргументация авторов книги в защиту теории коллажа, предполагающей поиск равновесия и компромисса между историческим и современным городом. Определяется значимость теории коллажа в современном архитектурно-градостроительном проектировании в рамках метамодернистской парадигмы.

The article examines the collage concept proposed by Colin Rowe and Fred Ketter as an architectural and urban design strategy and presented in the book "Collage City". The prerequisites of the collage concept are described, the conditions under which Colin Rowe's scientific and creative position was formed, which was developed by his students, are described. The article analyzes the arguments of the authors of the book in defense of the collage theory, which presupposes the search for balance and compromise between the historical and the contemporary city. The importance of the theory of collage in modern architectural and urban planning within the framework of the metamodern paradigm is determined.

Ключевые слова: урбанизм, утопия, традиция, современный город, исторический город, коллаж, метамодернизм

Keywords: urbanism, utopia, tradition, modern city, historic city, collage, metamodernism

Книга «Коллажный город» Колина Роу и Фреда Кеттера находится наверху списка наиболее значимых книг по архитектуре и урбанизму XX в. [1]. Книга вышла в 1978 г., переведена на большое количество языков и является обязательной для прочтения во всех архитектурных школах. Вместе с книгой «Архитектура города» Альдо Росси «Коллажный город» определил необходимость ревизии модернистской теории города [2]. Несмотря на то, что у книги два автора, главным автором, чьи взгляды и концепции изложены в книге, является Колин Роу, профессор Корнелльского университета и самый признанный теоретик современной архитектуры. Фред Кеттер – его ученик, который ассистировал профессору в студии, а потом долгое время совмещал проектную и преподавательскую работу, развивая идеи своего учителя.

Колина Роу называли и формалистом, и структуралистом, и теоретиком контекстуализма, но теоретическое наследие Роу превосходит все возможные определения. Книга «Коллажный город» была своеобразным итогом его преподавательской работы. Многие мысли и методы проектирования были проверены в рамках его педагогических экспериментов, а сами идеи продумывались Роу на

протяжении всей его карьеры. Биография Роу проливает свет на источники его теории. Колин Роу родился в 1920 г., учился в архитектурной школе Ливерпульского университета, а после войны и службы в армии стал учеником известного ученого Рудольфа Виттковера в Институте Варбурга.

Виттковер – автор культовой книги «Принципы архитектуры в эпоху Гуманизма» [3]. Он применил формальный анализ для исследования архитектурных объектов, что позволило ему прийти к многочисленным открытиям и воссоздать работу Альберти и Палладио. Формальный анализ позволяет абстрагироваться от материала и сосредоточиться на композиции объекта. Так можно исследовать пропорции и ритм, проследить ход мысли автора в процесс проектирования, увидеть аналогии и контрасты.

В своих первых научных работах Роу применил метод Виттковера для сравнения классической и модернистской архитектуры. В своей работе «Математика идеальной виллы» ученый показал, как Ле Корбюзье в проекте виллы в Гарше использовал композиционный ритм виллы Мальконтента Палладио [4]. Один и тот же ритмический рисунок осей привел к совер-

шенно различным результатам, с одной стороны, но с другой – этот же ритм в композиции планов позволил установить преемственность современной архитектуры по отношению к историческим прецедентам. Такой вывод переворачивал представления о модернизме, протагонисты которого отвергали какие-либо связи с исторической традицией. Авангард вставал в одну линию с классической архитектурой, и, таким образом, восстанавливалась связь времен.

Другие произведения раннего периода работы Роу были также посвящены параллелям между историей и современностью. Роу доказывал цикличность архитектурного развития, устанавливал преемственность и позволял увидеть и классическую, и современную архитектуру в другом ракурсе, чем это предлагалось adeptами того или иного направления. Сложность творческого процесса, интеллектуальный уровень архитектора и, наконец, уникальность каждого архитектурного произведения – вот те ценности, которые прославлял Колин Роу. Любовь к архитектуре Роу простиралась за пределы хронологии и стилей.

Преподавательская карьера Роу связана с двумя университетами – Техасским и Корнельским. В 1952 г. Роу переехал в США, недолго преподавал в Йельском университете и потом, приняв приглашение директора архитектурной школы Техасского университета Харвела Гамильтона Харриса, присоединился к группе молодых преподавателей, вошедших в историю архитектуры как «Техасские рейнджеры» [5]. Харрис стремился обновить учебный курс, застрявший на изучении классических образцов, и собрал блистательную команду. Преподаватели стремились соединить в своих методиках лучшее из классической и современной архитектуры, не ограничивая свою работу рамками авангарда. Тем не менее авангард и в частности Баухауз были источниками вдохновения. Синтез живописи и архитектуры был одним из проповедуемых методов. Колин Роу и Роберт Слущки нависали работу «Прозрачность: буквальная и феноменальная», в которой анализировали многослойность и многозначность, транслированную из кубизма в область авангардной архитектуры [6, 7].

Формальный анализ, принятый в качестве метода исследования, превратился в студиях Техаса в целую систему приемов, с которыми экспериментировали преподаватели. Студенты одновременно постигали теорию модернистской композиции и исторические прототипы. Все это рассматривалось и проектировалось через наложения, сопоставления, а также геометрические трансформации, обеспечивая

уникальные результаты. Именно в Техасском университете Роу также увлекся возможностями включения особенностей локального контекста в проектное решение. Консервативная партия оддскульных преподавателей препятствовала работе молодых экспериментаторов, и в 1956 г. их работа была завершена.

В течение трех десятилетий, с 1961 по 1991 г., Колин Роу вел студию в архитектурной школе Корнельского университета. В 1970-е гг. Корнельский университет стал Меккой для тех, кто искал новые пути в архитектуре и градостроительстве [8]. Здесь преподавал приглашенный из Западного Берлина Освальд Матиас Унгерс. Здесь же после Лондона формировал свою теорию Рем Колхас. Цель, которую ставили перед собой архитекторы, заключалась в том, чтобы изобрести новые методы работы после кризиса модернизма [9]. В Америке модернизм превратился в официальный стиль безликих высоток деловых центров и социального жилья, которое превращалось в зоны социальной отчужденности. Постмодернизм еще не был сформулирован как парадигма, но уже стал популярным мягкий манифест Роберта Вентури, в котором он призывал всех к сложности, разнообразию и поискам компромиссов – в серой зоне существует больше возможностей, считал автор, предьявляя аргументы архитектурного маньеризма.

Колин Роу продолжал свою линию поиска новых возможностей на пересечении истории и современности, заимствуя метод коллажа из живописи. Он указывал на истоки коллажного подхода в творчестве Джованни Баттиста Пиранези и предлагал вновь вернуться к многозначным и сложным композициям после модернистского пуризма. Город, считал Роу, представляет собой бесконечный источник форм, которые могут быть извлечены из его структуры, трансформированы и собраны в новые урбанистические реальности. Такой подход был одновременно формалистским, структуралистским и контекстуалистским, объединяя все наиболее эффективные стратегии из каждого подхода [10].

Эрудиция Колина Роу была феноменальной. Мало кто из современников мог сравниться с ним по глубине знаний, широте взглядов и способности синтезировать крайности. Все это оказало огромное влияние на многочисленных учеников Роу [11]. Существует множество воспоминаний о нем. Бывшие студенты Роу, а ныне известные архитекторы, практики и теоретики, восхищаются блистательным умом своего учителя и его выдающимися способностями передать идею в рисунке. Книга «Коллажный город» воплощает истинный дух

и интеллект Колина Роу, но многозначность отсылок и коннотаций делает ее сложной для прочтения [12]. От читателя требуется напряженная работа ума, следующего за логикой великого ученого. Коллажный подход в проектировании архитектуры и города сегодня актуален. Возможно в большей степени, чем во времена Роу, поскольку только в последние два десятилетия урбанистический контекст стал реальной влиятельной силой, а противоречия глобального и локального потребовали поиска компромиссов. Сегодня как никогда прежде требуется согласовывать крайности, конструировать уникальное, не нарушая при этом общие договоренности. Становится вновь интересным тот ход аргументации, который применили Колин Роу и его ученик Фред Кеттер для обоснования метода.

В предисловии к своей книге Роу и Кеттер заявляют проблему: несмотря на заявления и благие намерения модернистов город современной архитектуры так и не был создан. Печальный результат – огромные территории, застроенные типовыми домами, не выдерживают сравнения с богатством и разнообразием исторического города. Планировочные стратегии авангардистов основывались на двух убеждениях: научность и благородство намерений. Наука должна была обеспечить строгую рациональность планирования, в то время как общий мессианский посыл современной архитектуры заключался в идее освобождения человечества. Роу и Кеттер указывают на амбивалентность модернизма, поскольку в первом случае город мыслился как построенный наукой, а во втором – самими массами. Ни то, ни другое не принесло желаемых результатов и пришло время избавиться от иллюзий и попытаться найти выход из урбанистической стагнации. Но избавиться от иллюзий не так-то просто. Следует тщательно проанализировать источники этих иллюзий, выявить противоречия и предложить новую концепцию, которая способна включить все ценное, когда-либо существовавшее в градостроительстве. Таким образом, структура книги представляет собой последовательный ряд утверждений, основывающихся на логике рационального анализа.

Конец утопии

Прежде всего Роу и Кеттер обращаются к природе утопического мышления, имеющего многовековую традицию в архитектуре и градостроительстве. Именно утопии питали пафос современной архитектуры. Восторженный тон, с которым авангардисты описывали светлое будущее, не согласовывается с той реальностью, что стала итогом работы модернистов. Авторы

предлагают читателям разобраться с особенностями утопического мышления в архитектурной истории и с истинным содержанием модернистской утопии.

Роу и Кеттер предлагают разделить утопические концепции на два типа. Первый тип представлен классической утопией, которая возникла в эпоху Возрождения. Объект классической утопии – идеальный город, спланированный по законам гармонии и способствующий улучшению нравов. Правители городов-государств обращались к идеальному городу как к образцу для урбанистической реконструкции. Рациональность и упорядоченность идеального города контрастировали с хаосом средневековых городов. Таким образом, классическая утопия была инструментом просвещения для аристократов в большей степени, чем обещанием всеобщего благосостояния.

Второй тип утопии оказался не таким невинным. Роу и Кеттер обозначают этот тип как активистская утопия, поскольку ее целью было преобразование мира. Существует несколько предпосылок активистской утопии: научный рационализм Ньютона давал основания для построения государства-механизма с рациональными законами; миф о благородном дикаре, который лишен пороков цивилизации, позволял строить концепции о возвращении к природе; Сен-Симонизм предлагал идею мирового правительства, состоящего из лучших представителей человечества, и, наконец, Гегелевская концепция Мирового духа, определяющего историческое развитие идеи Абсолюта, отвечала чаяниям о неизбежности грядущих изменений.

Все вместе превратилось в опасный микс, сложившийся в умах модернистов. Все они чувствовали себя мессиями, способными воплотить дух эпохи в объектах любых масштабов – от стула до города. Более того, они искренне верили, что с помощью архитектуры можно разрешить социальные противоречия, вылечить социальные травмы и установить справедливый порядок. Сила архитектуры как дисциплины и профессии казалась невероятной, поскольку черпала свою энергию из одухотворенной науки. Но в действительности футуристический город Сант-Элиа демонстрировал экстатические формы, порожденные машиной, и ничего не сообщал о равенстве и братстве. Города Гильберзаймера и Ле Корбюзье демонстрировали идеальный порядок, реализованный в таком урбанистическом масштабе, который делал все человеческое бытие незаметным и незначительным, уменьшая их обитателей до размера муравьев. Но гремучая смесь либерализма, романтизма и рационализма оставалась такой

привлекательной, что была способна заполнить архитектурный дискурс на протяжении полувека до того исторического момента, когда взрывы жилых комплексов стали знаками конца модернистской утопии.

После утопии

Что же пришло на смену этой влиятельной мессианской модернистской концепции? Роу и Кеттер обращаются к современности и охватывают взглядом всю панораму постмодернистских градостроительных концепций. Авторы указывают на отличительную особенность урбанистического мышления 1960 – 1970-х гг. – все идеи выросли из культа городской среды и культа научной фантастики. Если первый культ представлял собой возвращение к человеческому масштабу после модернизма, то второй – культ научной фантастики – был объектом космическим побед. Оба культа предлагали особый вид технопопулярной культуры, в которой смешивались роботы, мегаструктуры, массовое производство, живописность африканских поселений и натуралистичность Диснейуолда с его историческими подделками. Наиболее выразительным это смешение стало в работах Архигрема – культового архитектурного бюро того времени. Но для создания современного города всего этого недостаточно. Реальная среда не могла вместить эксцентричные шагающие машины, а пряничных диснеевских домиков не хватило бы для массового расселения. Радикальный ответ архитекторов Суперстудии, предложивших чистую плоскость для любого проявления свободного выбора, также не решал проблему современного города, поскольку концептуально уничтожал сам город.

Вместо утопии

Проведя детальный осмотр имеющихся концепций, Роу и Кеттер приходят к мысли, что необходимо изобрести такой подход, который смог бы включить и историзм, и футуризм, не проводя между ними непреодолимых границ. Реферируя к «Искусству памяти» Френсис Йетс, они утверждают, что город может быть одновременно и театром памяти, и театром пророчеств. Все это, по мнению авторов, существует в человеческой жизни: каждый имеет воспоминания и мечты, являясь в чем-то консерватором, а в чем-то радикалом. Невозможно отказаться ни от прошлого, ни от будущего, все это присутствует всегда в настоящем, и, значит, современный город, может вместить и то и другое. Остается вопрос – как этого достичь.

И здесь Роу обращается к своему методу формального анализа, который позволяет аб-

страгироваться от внешнего и сосредоточиться на внутреннем – на структуре. Роу и Кеттер описывают две различные структуры: модернистский город и исторический город. Они используют знаменитую концепцию «фигура/фон», пришедшую в архитектуру и градостроительство из гештальтпсихологии. Знаменитый рисунок, сделанный датским психологом Э.Рубиным, демонстрировал двойственность восприятия: в зависимости от фокуса наблюдатель мог видеть на рисунке или белую вазу, или два черных профиля. Примененная в формальном урбанистическом анализе такая концепция позволяет увидеть взаимоотношения между объектом и окружением. Баланс черного и белого позволяет сделать выводы о качестве городской среды. Обычно застройка выделяется черным, в то время как окружение остается белым. В инверсии пустота обретает смысл формы и позволяет артикулировать пустоту. Сравнивая в такой графической интерпретации структуры модернистского и исторического города, можно увидеть принципиальные различия в их устройстве.

Для модернистского города важны открытость, свобода, равенство. В планировке эти ценности нашли свое отражение в структуре, которая представляет собой отдельно стоящие объекты в лишенном специфике пустом пространстве. Пустое пространство – белое – доминирует. Для структуры исторического города характерны плотность, живописность, разнообразие. Масса застройки – черное – превышает массу пустого пространства, которое так же геометрически четко артикулировано, как и застройка. Примитивность текстуры современного города представляет собой разительный контраст по отношению к сложности и богатству текстуры исторического города. Формальный анализ, проведенный Роу и Кеттером, показал не только то, насколько бедной стала среда современного города, но и что все проблемы заложены в его структуре.

Авторы не отрицают очевидных достоинств модернистского города – света, воздуха, зелени. Они предлагают создать такую модель, которая бы совместила все плюсы и современного, и исторического города. Они приводят в пример урбанистические артефакты, в которых выбор сделан в пользу как объекта, так и контекста. Исторические прецеденты, одобренные авторами, иллюстрируют идею амбивалентности, как, например, пьядца Навона в Риме, для которой важен и купол церкви Сант Аньезе, и пустота самого пространства. Роу и Кеттер называют возможные стратегии проекта – «скрещивание, ассимиляция, искажение, вызов, ответ, навязывание, наложение,

примирение» [1], которые уже существовали в истории архитектуры и которые могут быть применены в урбанистическом проектировании. И утопия, и ретроспекция становятся возможными инструментами в предлагаемой методологии.

Лисица и бриколер

Каким же должен быть проектировщик урбанистической амбивалентности? Роу и Кеттер подбирают образ из современной философии и антропологии. Известное эссе о двух различных типах творцов Исая Берлина «Еж и лисица» содержит один из возможных ответов. Еж знает одну истину и всегда идет одним путем, преодолевая любые преграды. Таков, например, Палладио. Лисица знает много истин, выбирает различные пути и меняет свои стратегии. К лисицам относятся Джон Нэш и Кристофер Рен. Ле Корбюзье демонстрирует паразитальную двойственность. В своих архитектурных проектах великий модернист был лисицей, а в градостроительстве – ежом. Очевидно, что урбанизм ежей потерпел поражение.

Город в реальности является сложным организмом, который страдает от тотальных хирургических вмешательств, равнодушия к контексту и единственной истине. Альтернативой урбанизма ежей становится урбанизм лисиц, для которого авторы находят идеальный пример – барочный Рим. На карте Джамбатиста Нолли существует бесконечное разнообразие столкновений и разрывов, наложений и коммуникаций. Урбанистические доминанты отмечают пространство, множество урбанистических сеток накладывается друг на друга. Здесь не существует единого подхода, но все становится возможным. Каждый район обладает индивидуальностью, а каждый фрагмент уникален.

Чтобы такая урбанистическая сложность была изобретена и реализована, проектировщик должен обладать, по мнению Роу и Кеттера, способностями бриколера. Такой термин предложил Клод Леви-Стросс. Бриколер способен творить из всего, что имеется под рукой. В отличие от инженера он не ограничен ни правилами, ни материалами. И лисицы, и бриколеры способны действовать в хаосе, не нуждаются в идеальных условиях, готовы адаптироваться к любым препятствиям и замешательствам. Гибкость мышления бриколера необходима современным градостроителям, которые должны теперь исходить не из тотальности, но из многообразия. Бриколеры и лисицы могут создать порядок, который не будет навязан сверху, но будет основан на включениях разнородных фрагментов, на увязывании различий, на согласовании противоречий.

Коллаж как стратегия

Роу и Кеттер обращают внимание на феномен города-музея, который является оппозицией технократическому модернистскому городу. Город-музей, реализованный в Мюнхене, Потсдаме и частично в Берлине, родился в культуре. В отличие от жесткого детерминизма футуристической утопии, творческое многообразие, лежащее в основе идеи города-музея, не стремится к одержимости какой-либо универсальной концепции. Кроме того, музей демонстрирует два типа объектов – постаменты и экспонаты. Постаменты символизируют необходимость и устойчивость, представляя собой результат реализации стандарта. Экспонаты, напротив, олицетворяют свободу, уникальность, выбор. В диалектической связи постамента и экспоната заключается предчувствие возможного города, в котором одновременно существуют ограничения и свобода, традиция и утопия.

Отвечая на вопрос, как достичь подобной динамической гармонии, авторы предлагают рассмотреть две традиции модернистской эстетики. К первой традиции относятся футуристы и ортодоксальные модернисты – Ф. Маринетти, В. Гропиус, Х. Мейер. Для них характерны такие понятия, как система, единство, универсальность. Ко второй традиции относятся Дада и сюрреалисты, П. Пикассо, И. Стравинский и Д. Джойс. И здесь царствуют случайность и ирония, столкновения и наложения, многозначность и ненормативность. Если первая традиция была реализована в архитектуре и градостроительстве модернизма в огромных масштабах, то вторая может быть прочитана только в объектах Ле Корбюзье. Его здания сделаны по методу коллажа, развитого Пикассо и Браком, – в их форме существует множество аллюзий, референций, собранных в единую конструкцию. В творчестве Б. Любеткина и Ч. Мура можно увидеть продолжение этой стратегии.

Коллаж позволяет собрать любые фрагменты, извлеченные из высокой и низкой культуры, смешать академизм с поп-артом, соединить умозрительное и вещественное, разрушить любые нормы и стилистические ограничения, создать мультиреферентное целое. Колин Роу уже провел множество экспериментов с урбанистическим коллажом в своей студии. Сама книга открывается студенческой работой Ганса Колхоффа – исторические прецеденты соединены здесь в свободной манере. И поэтому авторы с полным правом утверждают, что пришло время перейти к стратегии коллажа и соединить в одном градостроительном проекте утопию и традицию. Обе позиции, извлеченные из своего контекста, используемые

фрагментарно, смогут сосуществовать в единой структуре, собранной как коллаж.

В коллаже возможны и постаменты, и экспонаты. Регулярные и свободные фрагменты могут накладываться друг на друга, менять масштаб, искажаться в зависимости от воли автора или требований контекста. Как считают Роу и Кеттер, люди сами способны выбрать эталоны и ценности, и нет смысла навязывать их сверху. Коллаж разрешает городу быть одновременно открытым и закрытым, поскольку совмещает фрагментарность и целостность. Элементы такого города можно заменять, перемещать и создавать новые союзы. Коллаж определяет безграничную свободу формообразования и не отменяет при этом необходимый порядок. Коллаж предвещает динамическую реальность, которая может адаптироваться к любым обстоятельствам.

В финале книги Роу и Кеттер предлагают несколько урбанистических артефактов, которые могут использоваться в качестве прототипов: знаменитые улицы как линейные структуры; стабилизаторы – узлы, городские площади; урбанистические декорации – протяженные фасады; общественные террасы, обеспечивающие виды и променады; сложные здания – урбанистические мегаструктуры; сад как модель города; и, наконец, инструменты ностальгии – любые объекты, определяющие уникальность и идентичность. Все может быть составлено из обломков, частей, элементов и их соединений. Это и есть просвещенный плюрализм, который предполагает культурное разнообразие.

Город-коллаж как предчувствие метамодернизма

Прошло несколько десятилетий с момента публикации книги. Мир изменился. Мир стал глобальным, а это значит, что глобализация потребовала создания универсальных урбанистических «постаментов», благодаря которым были установлены равные стандарты во всех глобальных городах. Одновременно с этим «экспонаты» – иконические объекты – появились повсюду. Города превратились в коллажи. Исторические центры, отданные туристам, соседствуют с немодернистскими деловыми центрами. Практически все прототипы, предлагаемые Роу и Кеттерами, стали реальностью – знаменитые улицы приобрели центральное значение как шоппинг-центры; публичные террасы, предлагающие вид на город, стали значимыми в концепции «город как зрелище»; урбанистические мегаструктуры воплощают идею городских гибридов. Урбанистическая идентичность является одним из наиболее востребованных сегодня качеств и определяет необходимость современного диалога с историей.

Но, наверно, наиболее важным представляется то, что мир сегодня действительно состоит из обломков, частей, элементов и их бесконечных соединений. Все, что существовало до сегодняшнего дня, постоянно перерабатывается ради создания нового – таков закон рынка. Это состояние мира описывается как метамодернизм – постоянное колебание между крайностями и их присутствии в любом явлении или объекте. Стратегии реновации городских территорий показывают, как могут сосуществовать вместе исторические фрагменты, футуристические технологические образы, традиционная городская застройка и уникальные артефакты [13]. Все это иллюстрирует метамодернистскую концепцию, которая ничего не отрицает и всему позволяет быть. Коллаж стал самой распространенной проектной концепцией в городах, где нужно постоянно находить компромисс между различными субъектами и не отдавать приоритет ни одной из крайностей.

В современном контексте, «Коллажный город» К. Роу и Ф. Кеттера выглядит удивительно пророческой книгой, сохранившей и преумножившей свою актуальность, в то время как многие другие пророчества, вроде технологических и культурологических утопий, оказались неспособными предвидеть будущее. Колин Роу, чья научная и творческая концепции были основаны на поиске преемственности двух крайностей – традиции и утопии, а значит прошлого и будущего, оказался прав в том, что настоящее невозможно без того и другого. Эту убежденность он передал своим ученикам и последователям [14].

Сегодня реализм или метамодернистские новая искренность и новая серьезность пришли на смену постмодернистской иронии и модернистскому пафосу. Финансовые кризисы, проблемы с экологией, растущее неравенство не оставляют место утопиям, футурологическим и ретроактивным, что не мешает использовать их эстетику, как и предвидели авторы книги. Концепция повторного использования позволяет рационально относиться к прошлому, отбирая лучшее и включая его интерпретацию в современный проект. Это и подразумевал коллаж, предложенный Роу и Кеттером как проектный инструмент и рабочая стратегия. Хронологически относящаяся к постмодернизму урбанистическая теория Роу и Кеттера оказалась значительней и шире концептуальных ограничений своего времени, с одной стороны, а с другой – актуальность книги позволяет увидеть преемственность в теоретическом развитии современных архитектуры и градостроительства, вне зависимости от лозунгов внешних стилистических различий модернизма, постмодернизма и метамодернизма.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Роу К., Кеттер Ф. Город-коллаж. М.: Strelka Press, 2018. 208 с.
2. Данилова Э.В. Теория городских фактов Альдо Росси: истоки и идеи // Градостроительство и архитектура. 2020. Т.10, № 3. С. 52-58. DOI: 10.17673/Vestnik.2020.03.8.
3. Wittkower R. Architectural Principles in the Age of Humanism. London: The Warburg Institute, 1949, 246 p.
4. Rowe C. The Mathematics of the Ideal Villa and Other Essays. Cambridge: MIT Press, 1982. 240 p.
5. Caragone A. The Texas Rangers: Notes from the Architectural Underground, Cambridge: MIT Press, 1995. 400 p.
6. Rowe C., Slutzky R. Transparency: Literal and Phenomenal // Perspecta. 1963. Vol. 8. Pp. 45-54.
7. Rowe C., Slutzky R. Transparency: Literal and Phenomenal. Part II // Perspecta 1971. Vol. 13/14. Pp. 287-301.
8. Schrijver L. Transatlantic crossings: new forms of meaning in the city of the 1970s // Planning Perspectives. 2016. Vol. 31. № :1. Pp. 103-113.
9. Ockman J. Form without Utopia: Contextualizing Colin Rowe // Journal of the Society of Architectural Historians. 1998. Vol. 57, № . 4. Pp. 448-456.
10. Ellis W. Type and Context in Urbanism: Colin Rowe's Contextualism // Oppositions. 1979. № 18. Pp. 3-27.
11. Mozzato A. Utopia as Metaphor of a New City Analogous to the Existing One // Studies in History & Theory of Architecture. 2018. Vol. 6. Pp. 142-158.
12. Baird G. Oppositions in the Thought of Colin Rowe // Assemblage. 1997. № . 33. Pp. 22-35.
13. Самогоров В.А., Зубкова И.И. Градообразующие элементы формирования «коллажного» образа города // Градостроительство и архитектура. 2020. Т.10, № 3. С. 164-169. DOI: 10.17673/Vestnik.2020.03.20.
14. Petit E. Reckoning with Colin Rowe: Ten Architects Take Position. London: Routledge, 2015. 188 p.

Об авторе:

ДАНИЛОВА Элина Викторовна

кандидат архитектуры, доцент, профессор кафедры градостроительства Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: red_avangard@mail.ru

REFERENCES

1. Rowe, C., Koetter, F. *Collage City*. Cambridge, MIT Press, 1978. 185 p. (Russ ed.: Rowe, C., Koetter, F. *Gorod-kollazh [City collage]*. Moscow, Strelka Press, 2018. 208 p.)
2. Danilova E.V. Aldo Rossi theory of urban facts: origins and ideas. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2020, vol. 10, no. 3, pp. 52-58 (in Russian) .DOI: 10.17673/Vestnik.2020.03.8.
3. Wittkower R. Architectural Principles in the Age of Humanism. London, The Warburg Institute, 1949. 246 p.
4. Rowe, C. The Mathematics of the Ideal Villa and Other Essays. Cambridge, MIT Press, 1982. 240 p.
5. Caragone A. The Texas Rangers: Notes from the Architectural Underground. Cambridge, MIT Press, 1995. 400 p.
6. Rowe C., Slutzky R. Transparency: Literal and Phenomenal. *Perspecta*, 1963, vol. 8, pp. 45-54.
7. Rowe C., Slutzky R. Transparency: Literal and Phenomenal. Part II. *Perspecta*, 1971, vol. 13/14, pp. 287-301.
8. Schrijver L. Transatlantic crossings: new forms of meaning in the city of the 1970s. *Planning Perspectives*, 2016, vol. 31, no.1, pp. 103-113.
9. Ockman J. Form without Utopia: Contextualizing Colin Rowe. *Journal of the Society of Architectural Historians*, 1998, vol. 57, no. 4, pp. 448-456.
10. Ellis W. Type and Context in Urbanism: Colin Rowe's Contextualism. *Oppositions*, 1979, no. 18, pp. 3-27.
11. Mozzato A. Utopia as Metaphor of a New City Analogous to the Existing One. *Studies in History & Theory of Architecture*, 2018, vol. 6, pp. 142-158.
12. Baird G. Oppositions in the Thought of Colin Rowe. *Assemblage*, 1997, no. 33, pp. 22-35.
13. 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.
14. Petit E. Reckoning with Colin Rowe: Ten Architects Take Position. London, Routledge, 2015. 188 p.

DANILOVA Elina V.

PhD in Architecture, Professor of the Town Planning Chair Samara State Technical University Academy of Architecture and Civil Engineering 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244 E-mail: red_avangard@mail.ru

Для цитирования: Данилова Э.В. Концепция коллажного города Колина Роу и Фреда Кеттера в контексте современной теории архитектуры // Градостроительство и архитектура. 2021. Т.11, № 1. С. 103–109. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.01.14.

For citation: Danilova E.V. Concept of the Collage City of Colin Rowe and Fred Ketter in the Context of Contemporary Architecture Theory. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2021, vol. 11, no. 1, Pp. 103–109. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2021.01.14.

М. Е. МОНАСТЫРСКАЯ

«РЕСЛОБОДИЗАЦИЯ» ГОРОДОВ – ЭФФЕКТИВНЫЙ ОТВЕТ НА ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЙ ВЫЗОВ СОВРЕМЕННОСТИ. ЧАСТЬ I: ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ, ГИПОТЕЗА ИССЛЕДОВАНИЯ

**“RESLOBALIZATION” OF CITIES AS AN EFFECTIVE RESPONSE
TO THE EPIDEMIOLOGICAL CHALLENGE OF THE CONTEMPORARY.
PART I: GENERAL PROVISIONS, RESEARCH HYPOTHESIS**

Статья посвящена проблеме адаптации среды жизнедеятельности населения крупных и крупнейших городов к витально-опасным вызовам пандемии новой коронавирусной инфекции. Высказано предположение о том, что исторически сложившиеся города в их традиционной ипостаси обладают определенным «противоэпидемиологическим» потенциалом морфотипологического генеза, который необходимо учитывать, целесообразно использовать и желателен наращивать в экстремальной ситуации глобальной эпидемии COVID-19. Рабочая гипотеза исследования сформулирована на основе результатов мониторинга данных официальной петербургской статистики, отражающей динамику заболеваемости горожан новой коронавирусной инфекцией, начиная с марта 2020 г. Наиболее стабильная эпидемиологическая обстановка, согласно этим результатам, сохраняется в исторических пригородах «северной столицы» и ее центральных административных районах. Центр Санкт-Петербурга изначально обустроивался как «конгломерат слобод» – доиндустриальных и протоиндустриальных градостроительных морфотипов, издревле присущих российской градостроительной культуре. Городские слободы, сохранившие в ходе исторически предопределенной морфотипологической трансформации свои планировочные характеристики, стали основой формирования в структуре мегаполиса множества территориально-пространственных локусов – обособленных компонентов городского ландшафта, в границах которых, при необходимости введения жестких мер регулирования эпидемиологической обстановки в Санкт-Петербурге, возможно сохранить «идеальнотипические» качества городского образа жизни и где наиболее эффективно работают медикоориентированные «антипандемийные» регуляторы: «дезагрегация», «дистанцирование», «дезинфекция».

Ключевые слова: безопасность, городская слобода, градостроительный морфотип, пространственный локус, пандемия, «противоэпидемиологический» потенциал, среда обитания, трансформация

The article is devoted to the problem of adaptation of the living environment of the population of large and largest cities to the vital and dangerous challenges of the new coronavirus pandemic. The author suggests that historically developed cities in their traditional hypostasis have a certain “anti-epidemic” potential of morphotypological genesis, which must be taken into account, it is advisable to use and it is desirable to increase in the extreme situation of the global COVID-19 epidemic. The working hypothesis of the study is formulated on the basis of the results of monitoring the data of the official St. Petersburg statistics, which reflect the dynamics of the incidence of new coronavirus infection among citizens, starting from March 2020. According to these results, the most stable epidemiological situation persists in the historical suburbs of the “northern capital” and its central administrative districts. The center of St. Petersburg was originally developed as a “conglomerate of settlements” – pre-industrial and proto-industrial urban planning morphotypes that have been inherent in the Russian urban planning culture since ancient times. Urban settlements, which preserved their planning characteristics in the course of a historically predetermined morphotypological transformation, became the basis for the formation of a set of spatial loci in the structure of a megalopolis – separate components of the urban landscape, within which, if necessary, the introduction of stringent control measures and epidemiological situation in St. Petersburg, it is possible to protect “idealizations” quality of urban life and where work most effectively medicareinsurance “antipandemic” sliders “disaggregation”, “distancing”, “disinfection”.

Keywords: safety, urban settlement, urban morphotype, spatial locus, pandemic, «anti-epidemic» potential, habitat, transformation

«Цивилизация <...> была выпестована в городе; город – тот центр, из которого влияние современной цивилизованной жизни расходится, как круги по воде, во все концы земли, и оттуда оно контролируется. Неизбывные проблемы современного общества наиболее остро проявляются в городе. Проблемы современной цивилизации – это типично городские проблемы» [1]. Тезис американского социолога Луиса Вирта, сформулированный им в работе «Урбанизм как образ жизни» еще в 1938 г., актуален и сегодня, так как именно такой проблемой стала урбанистическая «нацеленность» распространения глобальной эпидемии новой коронавирусной инфекции.

COVID-19 «бросил вызов современной урбанизации. Эпоха постпандемии с ее социальным дистанцированием, повышенной ценностью санитарии и гигиены ставит под вопрос строительство квартир, жилых зданий, городских районов, общественных пространств в той традиционной форме, которую мы все знаем. Пандемия показала необходимость новых архитектурных и градостроительных решений для организации городской жизни» [2]. Потребность в архитектурно-градостроительных новациях и инновациях, чем бы они не мотивировались, вечна, благотворна и неисчерпаема; вполне возможно – и исторические прецеденты тому подтверждение, – что переживаемая планетой эпидемиологическая катастрофа послужит весомым основанием «изменений подходов к организации городского пространства и проектированию жилых и общественных зданий» [2]. Однако велика и вероятность того, что исторически обустроенные города в их традиционной ипостаси уже обладают значительным «противоэпидемиологическим» потенциалом, который целесообразно учитывать, использовать и наращивать в ситуации тотальной экспансии смертоносной инфекции. Такое предположение, на наш взгляд, небезосновательно.

Открытые данные официальной петербургской статистики, отражающей динамику заболеваемости горожан COVID-19, начиная с марта 2020 г., свидетельствуют о том, что наиболее стабильную эпидемиологическую картину медики наблюдают в историческом центре города и его пригородах; значительно хуже складывается ситуация в ряде жилых районов и микрорайонов (кварталов) индустриальной советской застройки; крупномасштабные же градостроительные «новообразования» последнего тридцатилетия являют собой примеры крайнего эпидемиологического неблагополучия [3, 4]. Аналогичная эпидобстановка зафиксирована сегодня во многих крупнейших и крупных

исторических городах России: Воронеже, Иркутске, Краснодаре, Нижнем Новгороде, Хабаровске, Ярославле и др. [5–12]. Наша гипотеза состоит в том, что определенные характеристики разновременных градостроительных морфотипов (территориально-градостроительные, ситуационно-генезисные, композиционно-планировочные, архитектурно-пространственные, социально-функциональные), свойственных тому или иному городскому поселению, обуславливают безуспешность или успешность адаптации среды жизнедеятельности населения к витально-опасным вызовам пандемии, либо способствуя распространению новой коронавирусной инфекции, либо позволяя городскому сообществу с ней бороться методами централизованного управления и социальной саморегуляции.

Согласно рекомендациям доказательной медицины, важнейшими направлениями приспособления социальной и предметно-материальной составляющих городской среды к экстремальным условиям глобальной эпидемии (в перспективе – иного гипотетического эпидемиологического коллапса) и, возможно, значимыми акцентами градостроительной деятельности в будущем являются «дезагрегация», «дистанцирование» и «дезинфекция» [13–16]. На разных уровнях регулирования урбанизации весомость перечисленных медикоорентированных «начал» достижения эпидемиологической безопасности пространств и мест обитания неодинакова. Так на уровне организации урбанизированных ландшафтов наиболее актуальна «дезагрегация», на уровне формирования городских ландшафтов преимущественно задействованы «дезагрегация» и «дистанцирование», на уровне образования архитектурных ландшафтов в равной степени востребованы и «дезагрегация», и «дистанцирование», и «дезинфекция»; на уровне же организации застройки уместны «дистанцирование» и «дезинфекция».

Итак, наиболее эффективно, согласованно и равнозначно противоэпидемиологические регуляторы работают на уровне обустройства архитектурных ландшафтов крупных городов¹. Поэтому сегодня речь идет о вычленении и/или формировании в структуре мегаполисов плотно заселенных, гетерогенных [1], но, при этом, «персонифицированных» и целостных в социальном плане, «полифоничных»

¹ К этому уровню обустройства среды обитания можно отнести такие градопланировочные морфотипы, как, например, небольшой район, микрорайон, кластер, квартал, комплекс, жилая группа, а в исторической ретроспективе – предместье, посад, слобода, рядок (порядок) и др.

в функциональном смысле [17], добротой организованных в планировочном отношении, комфортных в части сохранения и обретения людьми доверия друг к другу территориально-пространственных «единиц» – базовых локусов, в границах которых при необходимости введения жестких мер регулирования эпидемиологической обстановки в городе (и не только!) возможно сохранить и преумножить «идеальнотипические» [18] качества городского образа жизни. В Санкт-Петербурге своеобразными морфотипологическими прототипами таких локусов и градопланировочной основой их обособления оказались «слободы» – доиндустриальные и protoиндустриальные формы организации пространств жизнедеятельности специфических контингентов населения – «слобожан» [19]².

«Реслободизация» Санкт-Петербурга как результат приспособления пространства города к экстремальным условиям нарастания пандемии новой коронавирусной инфекции COVID-19 состоялась. Состоялась быстро и вполне успешно. Под «реслободизацией» нами понимается процесс, обратный так называемому «выслободению городов» [19], продвижению которого российские урбанисты увлеченно, энергично и небезрезультатно способствовали в конце XX – начале XXI в. и которое осуществляется посредством «самостроительства города из материала слободы» сообразно трехкомпонентной индивидуальной социально-культурной программе («экологическая», «ностальгическая», «экономическая» области развития) [19]. Так, по Глазычеву, ускорение «и уплотнение процессов усложнения средовой структуры слободы в ее потенциальном движении к городу достижимы за счет эффекта совместного действия, который возникает при активном освоении этих процессов активным культурным меньшинством, если оно способно действовать не в разрез с поведением пассивного культурного большинства, а в технологии подхватывания его жизненных повседневных интересов» [19]. В ситуации гло-

бальной эпидемиологической катастрофы городские сообщества «расслоились», не только и не столько на «пассивное культурное большинство», закосневшее, по убеждению многих урбанистов, в своем слободском самосознании и, следовательно, образе жизни, не имеющем с городским ничем общего [18–20], и «активное культурное меньшинство», уже изжившее и отринувшее на пути к свободе свое «слободское прошлое», сколько на три иные относительно дееспособные категории граждан – представителей властных структур, медиков и собственно горожан, каждая из которых по-своему противостоит планетарной угрозе.

Несмотря на то, что Санкт-Петербург до сего дня позиционируется городским и мировым сообществами как наиболее европеизированный в культурно-градостроительном отношении российский мегаполис, слободская сущность социально-пространственного менталитета населения сохраняется и проявляется здесь не в меньшей степени, чем в провинциальных городах России различной крупности и «зрелости». Незавершенность процесса «выслободения» Санкт-Петербурга, наряду с осознанием городскими властями, медиками и горожанами «эпидемиологических аспектов социальной реальности» [24] и «крайним прагматизмом» как «пути к настоящему творчеству» [24], стали тремя базовыми мотивациями процесса «реслободизации» в «северной столице» в период эпидемиологического бедствия.

Первая мотивация обусловила мгновенную неформальную агрегацию локальных территориальных общностей – консолидацию «слобожан» по месту постоянного проживания – в момент осознания масштаба пандемии и возможностей коллективной борьбы с ней. Вторая обеспечила непрерывность административного регулирования (директивного, рекомендательного) процессов жизнедеятельности населения в режимах самоизоляции, частичного снятия ограничений, соблюдения минимальных ограничений, введенных городскими властями в соответствии с медицинскими требованиями к обустройству пространств и мест обитания в период эпидемиологического неблагополучия [13, 16], а также – активацию социальной саморегуляции городской жизни на тех же основаниях, в целях достижения эпидемиологической безопасности жилой среды и постепенного формирования коллективной иммунологической состоятельности горожан. Третья мотивация привела к резкому повышению эффективности современного использования субъектами градостроительных отношений наличествующих на уровне градопланировочной организации среды обитания городских ресурсов.

² По Жерихиной, слобода – это «место компактного расселения людей по национальному или профессиональному признаку, место расквартирования военной части» [21]. По Глезеру, «слободы <...> возникли с самого начала основания Петербурга и формировались они по национальному или профессиональному признаку, а также в связи с расквартированием военной части» [22]. По Бондарчук, слободы представляли собой «территориально обособленные и социально однородные поселения в СПб.» [23]. Население слобод «выделялось родом занятий, сословной принадлежностью, происхождением или вероисповеданием» [23].

Исторический центр Санкт-Петербурга, как известно, изначально формировался как «конгломерат слобод» [25], активно включавшихся в городскую контекст с учетом интегративного, агломерационно ориентированного градостроительного подхода [25] к созданию новой столицы Российской Империи. Насыщенность и гетерогенность городской среды при ее градотипологической «слободской» однородности обуславливалась разнообразием знаковых качеств, сообразно которым выделялись в границах Санкт-Петербурга эти первичные территориально-пространственные «единицы», закрепившиеся в их названиях. Так топонимикой города проявлялись природно-экологические свойства заселенных территорий (слободы «Мокруша», «Пески», «Охтенская» и др.), их функциональные (слободы «Гончарная», «Госпитальная», «Компанейская», «Кузнечная», «Литейная», «Пряйдильная» и др.) или символические (слободы «Рождественская», «Александровская», «Ильинская» и др.) доминанты, преимущественный род занятий их жителей (слободы «Бочарная», «Гребецкая», «Лоцманская», «Мастерская», «Пушкарская», «Ямская» и др.), преобладающая национальная принадлежность городских обитателей (слободы «Греческая», «Итальянская», «Немецкая», «Русская», «Татарская», «Французская» и др.) [21–23, 26].

Особое место в территориально-пространственной структуре города и его предместий изначально отводилось военизированным образованиям – полковым слободам [26]. К таким объектам в первую очередь относились слободы элитарных петровских и анненского Лейб-гвардии полков: Преображенского, Семёновского, Измайловского [22, 25, 26]. Первоначально, в 1720–1730-х гг. солдат и офицеров этих полков, переведенных из Подмоскovie в Санкт-Петербург, «расквартировывали в разных частях города по «обывательским» домам» [27] на Адмиралтейской, Петербургской и Московской сторонах, на Васильевском острове [21, 26, 28]. Окончательную территориальную привязку в предместьях Санкт-Петербурга, за рекой Фонтанкой (Фонтанной рекой) слободские поселения «измайловцев», «преображенцев» и «семёновцев» обрели в конце 1730-х – начале 1740-х гг. [25–29]. В конце XVIII в. полковые слободы вошли в границы города [29, 30]: в состав его Адмиралтейской, Литейной, Московской полицейских частей [31].

Морфотипологическая трансформация этих образований, состоявшаяся с течением времени на основе главных принципов петербургского градостроения – «регламентации, регулярности и ансамблевости» [25], обеспе-

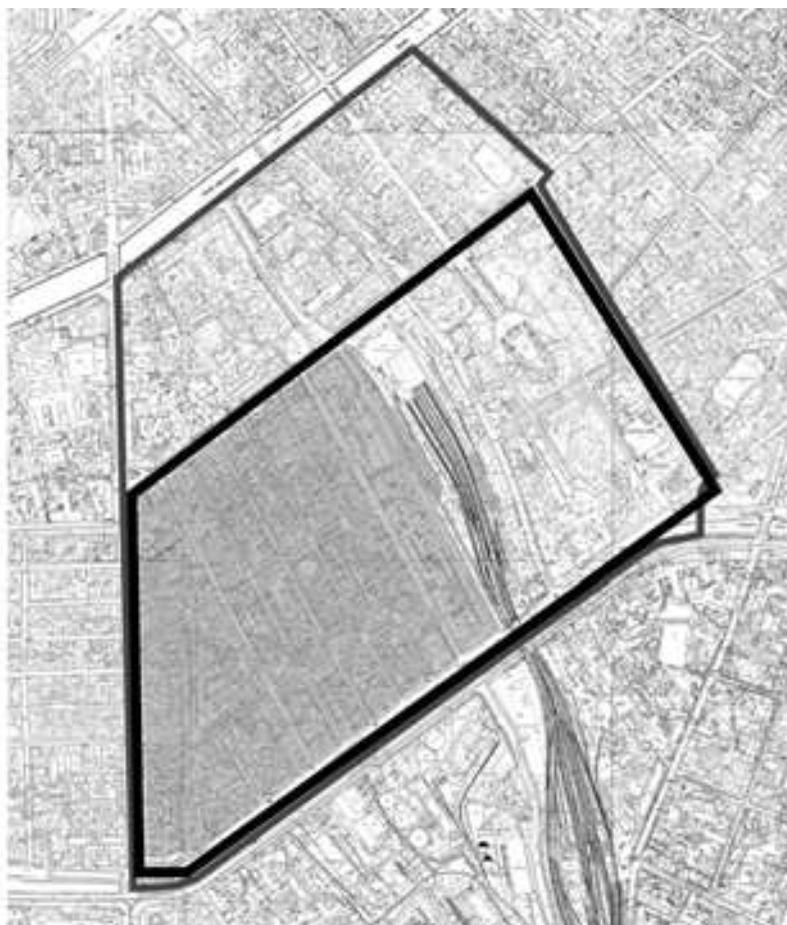
чила исключительное своеобразие и неповторимость архитектурных ландшафтов высокого уровня центральности при сохранении подобия их градопланировочных структур. Последние, несмотря на радикальную диверсификацию базовых функций полковых слобод и неоднократные градостроительные реконструкции территорий, заключенных в их границах, [26; 30; 32 ЛЛ. 17-18, 22-24, 26-28; 33; 34 ЛЛ. IX, XVII, XXII; 35 ЛЛ. 56-58, 61, 36-39, 69-72), изменились за три с лишним века незначительно и до сего дня характеризуются компактностью, подчеркнутой регулярностью, соразмерностью и некой «автономностью поведения» [36] по отношению к «смежным» градопланировочным формам. Отмеченные устойчивость к видоизменению во времени и «автономность поведения» градопланировочных структур стали фундаментальной основой трансформации исходных слободских пространств, результаты которой отличаются ясностью градостроительной композиции, индивидуальностью архитектурных решений зданий, строений, сооружений, гармоничностью ландшафтных форм и, за редким исключением, целостностью и завершенностью среды [37]. Современная социальная составляющая бывших полковых территориально-пространственных «единиц» выделяется среди иных городских объектов, относящихся к уровню архитектурного ландшафта, несомненной «персонализацией» [19], гетерогенностью при наличии определенной целостности и даже «монолитности» первичных территориальных общностей, что, в свою очередь, послужило основой успешного приспособления населением этих архитектурно-планировочных образований к непростым условиям «пандемийной реальности».

Проверка нашей гипотезы проводилась на примере типичного петербургского локуса, активно освоенного горожанами, соблюдавшими режимы самоизоляции, частных и минимальных ограничений [13], который располагается в исторических границах слободы Лейб-гвардии Семёновского полка, давшей название историческому району города «Семенцы» [22] и МО «Семёновский» (Адмиралтейский район Санкт-Петербурга) [38]³. Границами этого локуса площадью около 66 га (65,9689 м²) стали магистрали общегородского значения – Московский и Загородный проспекты, набережная Обводного канала, и улица мест-

³ Границы исторического района «Семенцы» воспроизводят слободские границы середины – последней четверти XVIII в.: по версии С.Е. Глезерова район ограничивался «Звенигородской улицей, Обводным каналом, Загородным и Обуховским (ныне Московским) проспектами» [22].

ного значения в жилой застройке – улица Введенского канала (см. рисунок). Объект изучения включает: а) западный территориальный фраг-

мент бывшей предместной слободы Лейб-гвардии Семёновского полка, отведенный под городскую «обывательскую застройку» [27, 29]



-  - границы МО "Семёновский" Адмиралтейского района Санкт-Петербурга (2021 г.)
-  - границы слободы Лейб-гвардии Семёновского полка (1798 г.)
-  - территория в границах объекта исследования

Административно-территориальная и историко-градостроительная принадлежность объекта исследования

при ее комплексной реконструкции⁴, состоявшейся здесь на рубеже XVIII-XIX вв. [30] в развитие крупных градостроительных преобразований Российской столицы, инициированных и частично реализованных «Комиссией о каменном строении Санкт-Петербурга и Москвы» [25]; б) незначительную часть ее восточного фрагмента – участка собственно «казарменного городка» [29]. Именно здесь, «на Семенцах» [28], как говорят «аборигены», в ходе натуральных

⁴ Проекты реконструкции были разработаны в 1796-1797 гг. архитекторами Ф.И. Волковым и Ф.И. Демерцовым [30].

обследований нами выявлялись тенденции, способы и приемы достаточно эффективно воплощения локальной территориальной общностью и властями противоэпидемиологических требований «дезагрегации», «дистанцирования» и «дезинфекции»⁵.

⁵ Имеет смысл подчеркнуть, что реализация последнего требования применительно к архитектурному ландшафту является прерогативой муниципальных властей и городских «коммунальщиков». Так в весенне-летний период дважды в день в Семенцах осуществлялась санитарно-гигиеническая обработка тротуаров и проезжих частей улиц, переулков,

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Вирт Л.* Урбанизм как образ жизни // Урбанизм как образ жизни. М.: STRELKA PRESS, 2016. С. 7–75.
2. *Птичкинова Г.А., Антюфеев А.В.* Город «после». Пандемия как градостроительная проблема // Социология города. 2020. № 3. С. 5–13.
3. Карта заражений по районам Санкт-Петербурга [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.yandex.ru/images/search> (дата обращения: 10.12.2020).
4. Питерская карта коронавируса [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.spb.mash.ru/letter/spb-covid-map> (дата обращения: 10.12.2020).
5. Карта заражения коронавирусом в Нижнем Новгороде [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.vgoroden.ru/statyi/karta-zarazivshih-sya-koronavirusom-v-nizhnem-novgorode (дата обращения: 03.11.2020).
6. Карта распространения коронавирусной инфекции в Иркутской области [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.irk.ru/covid/ (дата обращения: 04.11.2020).
7. Коронавирус в Воронеже и Воронежской области – новая статистика, сводка и карта заражения коронавирусом по районам и городам [Электронный ресурс]. Режим доступа: koronavirusa.site/karta-koronavirusa-v-voronezhskoj-oblasti (дата обращения: 04.11.2020).
8. Коронавирус в Краснодарском крае сегодня [Электронный ресурс]. Режим доступа: coronavirus-control.ru/coronavirus-krasnodar-region (дата обращения: 04.11.2020).
9. Коронавирус. Онлайн статистика коронавируса Covid-19 в Хабаровском крае на сегодня [Электронный ресурс]. Режим доступа: coronavirus-monitor.ru (дата обращения: 04.11.2020).
10. Коронавирус. Оперштаб Нижегородской области [Электронный ресурс]. Режим доступа: vk.com/kovid19nn (дата обращения: 03.11.2020).
11. Коронавирус. Оперштаб Ярославской области [Электронный ресурс]. Режим доступа: vk.com/koronavirus76 (дата обращения: 03.11.2020).
12. Статистика коронавируса в Хабаровске на сегодня [Электронный ресурс]. Режим доступа: vk.com/koronavirus76 (дата обращения: 04.11.2020).
13. Начало эпидемии COVID-19 / С.Ф. Багненко, Н.А. Беляков, В.В. Рассохин, Т.Н. Трофимов и др. СПб.: Балтийский медицинский образовательный центр, 2020.
14. *Кмита М.* Как после пандемии изменятся общественные пространства и наша жизнь в городе [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.buro247.ru/culture/architecture/14-apr-2020-urban-landscape-after-covid.html> (дата обращения: 26.09.2020).
15. *Иванова О.* Город после пандемии [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://tatlin.ru/articles/gorod_posle_pandemii (дата обращения: 25.09.2020).
16. СП 3.1.3597-20 Профилактика новой коронавирусной инфекции (COVID 19) [Электронный ресурс]. Режим доступа: docs.document/564979137 (дата обращения: 21.10.2020).
17. *Коряковская Н.* Что будет с городом после пандемии? [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://arhi.ru/Russia/86412/chto-budet-s-gorodom-posle-pandemii> (дата обращения: 25.09.2020).
18. *Вирт Л.* Жизнь в городе // Урбанизм как образ жизни. М.: STRELKA PRESS, 2016. С. 77–98.
19. *Глазычев В.Л.* Выслободение городов // О городе [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.glazychev.ru/habitations%26cities/1993_vyslob_gorodov.htm (дата обращения: 04.10.2020).
20. *Вирт Л.* Различия между сельским и городским // Урбанизм как образ жизни. М.: STRELKA PRESS, 2016. С. 99–107.
21. *Жерихина Е.И.* Слобода // Три века Санкт-Петербурга: энциклопедия: в 3 т. Т. 1: Осьмнадцатое столетие: в 2 кн. Кн. 2: Н-Я / отв. ред. П.Е. Бухаркин. 2-е изд., испр. СПб.: Филологический факультет СПбГУ; Издательский центр «Академия», 2003. С. 313–314.
22. *Глезеров С.Е.* Исторические районы Петербурга. Изд. 2-е, испр. и доп. СПб.: Издательство «Глагол», 2006.
23. *Бондарчук Е.А.* Слободы // Санкт-Петербург: энциклопедия. 2-е изд., испр. и доп. СПб.: ООО «Бизнес-пресса»; М.: Российская политическая энциклопедия (РОССПЭН), 2006. С. 808.
24. *Браттон Б.* 18 уроков карантинного урбанизма [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://strelkamag.com/ru/article/18-urokov-karantinnogo-urbanizma> (дата обращения: 04.10.2020).
25. Градостроительное величие Санкт-Петербурга. 300 лет единой государственной градостроительной деятельности в Санкт-Петербурге. 1706-2006: каталог выставки / сост. С.В. Семенцов. СПб.: Туристический и Культурный Центр «Эклектика», 2006.
26. Санкт-Петербург на планах и картах первой половины XVIII века / С.В. Семенцов, О.А. Красникова,

проспектов, набережной с привлечением специализированного мини-транспорта. Трижды за прошедшее лето специальными бригадами проводилась противоэпидемиологическая обработка лицевых фасадов зданий различного назначения на уровне 1-2-го этажей. В течение последнего квартала существенно ужесточился контроль со стороны городских и местных властей за выполнением сотрудниками управляющих компаний и представителями собственников (пользователей) нежилых помещений санитарно-гигиенической обработки вертикальных коммуникаций в жилых и общественно-деловых зданиях и сооружениях, за соблюдением регламентов Роспотребнадзора как владельцами и арендаторами объектов обслуживания населения, так и потребителями соответствующих услуг. Подобные меры несомненно способствовали стабилизации эпидемиологической обстановки в локусе, а также – создали благоприятные предпосылки для творческой самореализации «слобожан» в части «дезагрегации» и «дистанцирования», являющихся сегодня непеременимыми условиями выживания в мегаполисе.

Т. П. Мазур, Т. А. Шрадер. СПб.: ООО Туристический и Культурный центр ЭКЛЕКТИКА, 2004.

27. Семеновский полк / Мир Петербурга [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://polki.mirpeterburga.ru/semion/topo> (дата обращения: 14.10.2020).

28. Зимин И. А. На Семенцах. СПб.: Изд-во «Нестор-История», 2011.

29. Кириков Б. М., Марголис А. Д. Пионерская площадь. Л.: Лениздат, 1983.

30. Мурашова Н. В. Федор Демерцов. (Архитекторы Санкт-Петербурга). СПб.: «Белое и Черное», 2002.

31. Топонимическая энциклопедия Санкт-Петербурга / авт.-сост. С. В. Алексеева, Е. А. Балашов, А. Г. Владимирович и др. СПб.: Информационно-издательское агентство «ЛИК», 2002.

32. Атлас столичного города Санкт-Петербурга, состоящий из одиннадцати частей и 55 кварталов. 1806. (РГВИА. Ф. 846. Оп. 16. № 22510.)

33. План Города С.Петербурга, составленный по новейшим официальным источникам. Изд-е Ф. В. Шепанского. СПб.: Печатано в артистическом завед. А. Ф. Маркса, 1894. (РНБ К (3-Пб)/186 6).

34. Подробный план Столичного города С.Петербурга снятый по масштабу под начальством Генерал-майора Шуберта. СПб.: Грав. При Военно-Топографическом Депо, 1828. (РНБ К (2-Пб)/58).

35. Атлас столичного города Санкт-Петербурга, состоящий из одиннадцати частей и 51 квартала. 1798. (ЦГИА СПб. Ф. 513. Оп. 168. Ед. хр. 319.)

36. Хромов Ю. Б. Планировочная организация рекреационных зон в городах и групповых системах расселения. Л.: Стройиздат, Ленингр. отд-ние, ЛенНИИПградостроительства, 1975.

37. Закон Санкт-Петербурга «О внесении изменений в Закон Санкт-Петербурга «О границах объединенных зон охраны объектов культурного наследия, расположенных на территории Санкт-Петербурга, режимах использования земель и требованиях к градостроительным регламентам в границах указанных зон» (Принят ЗК СПб 15 июля 2020 года) [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi. (дата обращения: 28.11.2020).

38. Муниципальный округ Семёновский [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://semenovskiy.rf/istoria-municipalnogo-obrazovaniya> (дата обращения: 07.12.2020).

REFERENCES

1. Virt L. Urbanism as a way of life. *Sbornik «Urbanizm kak obraz zhizni»* [Collection "Urbanizm kak obraz zhizni"]. М., STRELKA PRESS, 2016, pp. 7-75. (in Russian)

2. Ptichnikova G. A., Antyufeev A. V. The city "after". Pandemic as a town-planning problem. *Sociologiya goroda* [Sociology of the city], 2020, no.3, pp. 5-13. (in Russian)

3. *Karta zarazhenij po rajonom Sankt-Peterburga* (Map of infections in the districts of St. Petersburg.). Available at: <http://www.yandex.ru/images/search>. (accessed 10 December 2020).

4. *Piterskaya karta koronavirusa* (St. Petersburg map of the coronavirus). Available at: <http://www.spb.mash.ru/letter/spb-covid-map>. (accessed 10 December 2020)

5. *Karta zarazheniya koronavirusom v Nizhnem Novgorode* (Map of coronavirus infection in Nizhny Novgorod) Available at: www.vgoroden.ru/statyi/karta-zarazivshih-sya-koronavirusom-v-nizhnem-novgorode (accessed: 03 November 2020)

6. *Karta rasprostraneniya koronavirusnoj infekcii v Irkutskoj oblasti* (Map of the spread of coronavirus infection in the Irkutsk region) Available at: www.irk.ru/covid/ (accessed 04 November 2020).

7. *Koronavirus v Voronezhe i Voronezhskoj oblasti – novaya statistika, svoodka i karta zarazheniya koronavirusom po rajonom i gorodam* (Coronavirus in Voronezh and the Voronezh region – new statistics, summary and map of coronavirus infection by district and city) Available at: koronavirusa.site/karta-koronavirusa-v-voronezhskoj-oblasti. (accessed 04 November 2020).

8. *Koronavirus v Krasnodarskom krae segodnya* (Coronavirus in the Krasnodar Territory today) Available at: koronavirus-control.ru/koronavirus-krasnodar-region. (accessed 04 November 2020).

9. *Koronavirus. Onlajn statistika koronavirusa Covid-19 v Habarovskom krae na segodnya* (Coronavirus. Online statistics of the Covid-19 coronavirus in the Khabarovsk Territory for today) Available at: koronavirus-monitor.ru. (accessed 04 November 2020).

10. *Koronavirus. Opershtab Nizhegorodskoj oblasti* (Coronavirus. Oberstab Nizhny Novgorod region) Available at: vk.com/kovid19nn (accessed 03 November 2020).

11. *Koronavirus. Opershtab Yaroslavskoj oblasti* (Coronavirus. Oberstab Yaroslavl region.) Available at: vk.com/koronavirus76 (accessed 03 November 2020).

12. *Statistika koronavirusa v Habarovske na segodnya* (Coronavirus statistics in Khabarovsk today) Available at: vk.com/koronavirus76. (accessed 04 November 2020).

13. Bagnenko S. F., Belyakov N. A., Rassohin V. V., Trofimov T. N. *Nachalo epidemii COVID-19* [The beginning of the COVID-19 epidemic]. SPb, Baltic Medicine Educational Center, 2020.

14. Kmita M. *Kak posle pandemii izmenyatsya obshchestvennye prostranstva i nasha zhizn' v gorode* [How public spaces and our life in the city will change after the pandemic]. Available at: <https://www.buro247.ru/culture/architecture/14-apr-2020-urban-landscape-after-covid.html> (accessed 26.09.2020).

15. Ivanova O. *Gorod posle pandemii* [The city after the pandemic]. Available at: https://tatlin.ru/articles/gorod_posle_pandemii (accessed 25.09.2020).

16. A set of rules 3.1.3597-20 Prevention of new coronavirus infection COVID-19. Available at: docs.docuement/564979137 (accessed 21 October 2020).

17. Koryakovskaya N. *CHto budet s gorodom posle pandemii?* [What will happen to the city after the pandemic?] Available at: <https://arhi.ru/Russia/86412/chto-budet-s-gorodom-posle-pandemii> (accessed 25 September 2020).

18. Virt L. Life in the city *Sbornik «Urbanizm kak obraz zhizni»* [Collection "Urbanizm kak obraz zhizni"]. М., STRELKA PRESS, 2016, p. 77-98.

19. Glazychev V.L. *Vyslobozhdenie gorodov // O gorode*. [The liberation of cities / / About the city.] Available at: http://www.glazychev.ru/habitations%26cities/1993_vyslob_gorodov.htm. (accessed: 04 October 2020).
20. Virt L. Differences between rural and urban. *Sbornik «Urbanizm kak obraz zhizni»* [Collection “Urbanizm kak obraz zhizni”]. M., STRELKA PRESS, 2016, pp. 99-107.
21. ZHerihina E.I. *Sloboda/Tri veka Sankt-Peterburga: Enciklopediya: V 3-h t. – T. 1: Os'mnadcatoe stoletie: V 2-h kn. – Kn. 2: [Sloboda / Three centuries of St. Petersburg: Encyclopedia: In 3 volumes-Vol. 1: The eighth Century: In 2 books-Book 2]*. SPb., Department of Filology of SPbGU; “Akademiya” Publ., 2003, 640 p.
22. Glezerov S.E. *Istoricheskie rajony Peterburga. Izd. 2-e, ispr. i dop.* [Historical districts of St. Petersburg. Ed. 2nd, ispr. and add.] SPb, “Glagol” Publ., 2006.
23. Bondarchuk E.A. *Slobody / Sankt-Peterburg: Enciklopediya. – 2-e izd., ispr. i dop.* [Settlement / Saint Petersburg Encyclopedia] SPb, OOO “Business-press”; M, “Russian Political Encyclopedia” (ROSSPEN), 2006. (P. 808).
24. Bratton B. *18 urokov karantinnoy urbanizma* [18 lessons in quarantine urbanism]. Available at: <https://strelkamag.com/ru/article/18-urokov-karantinno-go-urbanizma>. (accessed 04 October 2020).
25. Gradostroitel'noe velichie Sankt-Peterburga. 300 let edinoj gosudarstvennoj gradostroitel'noj deyatel'nosti v Sankt-Peterburge. 1706-2006: Katalog vystavki / sost. S.V. Semencov [The urban grandeur of St. Petersburg. 300 years of unified state urban planning activity in St. Petersburg. 1706-2006: Exhibition catalog / S. V. Sementsov]. SPb, Tourist and Cultural Center “Eclecticism”, 2006.
26. Semencov S.V., Krasnikova O.A., Mazur T.P., Shrader T.A. *Sankt-Peterburg na planah i kartah pervoj poloviny XVIII veka* [St. Petersburg on the plans and maps of the first half of the XVIII century]. SPb, Tourist and Cultural Center “Eclecticism”, 2004.
27. *Semenovskij polk/Mir Peterburga* [Semenovskiy polk/World of Saint Petersburg]. Available at: <http://polki.mirpeterburga.ru/semion/topo>. (accessed 14 October 2020).
28. Zimin I.A. *Na Semencah* [On Semenza]. SPb, “Nestor-History” Publ., 2011.
29. Kirikov B.M., Margolis A.D. *Pionerskaya ploshchad'* [Pionerskaya Square]. L., Lenizdat, 1983.
30. Murashova N.V. Fedor Demercov. (Arhitektoy Sankt-Peterburga) [Fedor Demercov. Architects of St. Petersburg]. SPb., “Black and White” Publ., 2002.
31. Alekseeva S.V., Balashov E.A., Vladimirovich A.G. *Toponimicheskaya enciklopediya Sankt-Peterburga* [Toponymic Encyclopedia of Saint Petersburg]. SPb, Information and publishing Agency “LIK”, 2002.
32. Atlas of the capital city of St. Petersburg, consisting of eleven parts and 55 blocks. 1806. (RGVIA. F. 846. Op. 16. No. 22510.)
33. The plan of the City of St. Petersburg, compiled according to the latest official sources. Edition of F. V. Shchepansky. St. Petersburg: Printed in the artistic factory of A. F. Marx, 1894. (RNB K (3-Pb)/186 6.)
34. A detailed plan of the Capital city of St. Petersburg shot on a scale of 1/4200 under the command of Major General Schubert. St. Petersburg: Grav. At The Military Topographical Depot, 1828. (RNB K (2-Pb)/58).
35. Atlas of the capital city of St. Petersburg, consisting of eleven parts and 51 blocks. 1798. (TsGIA SPb. F. 513. Op. 168. Ed. hr. 319.)
36. Hromov YU.B. *Planirovochnaya organizatsiya rekreacionnykh zon v gorodah i gruppovykh sistemah rasseleniya* [Planning organization of recreational zones in cities and group settlement systems]. L.: Strojizdat, Leningr. otd-nie, LenNIIPgradostroitel'stva, 1975.
37. The law of Saint Petersburg “On amending the Law of Saint Petersburg “On the boundaries of the United zones of protection of cultural heritage located on the territory of St. Petersburg, the modes of land use and the requirements of urban planning regulations, the borders of these zones” (Adopted ZK SPb July 15, 2020). Available at: www.consultant.ru/cons/cgi/onlinecgi. (accessed 28 November 2020).
38. *Municipal'nyj okrug Semyonovskij* [Semyonovskiy Municipal District]. Available at: <https://семеновский.рф/istoria-municzipalnogo-obrazovania>. (accessed 07 December 2020).

Об авторе:

МОНАСТЫРСКАЯ Марина Евгеньевна

кандидат архитектуры, доцент кафедры архитектурного проектирования Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет 190005, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. 2-ая Красноармейская, 4
E-mail: gradoved@gmail.com

MONASTYRSKAYA Marina Ye.

PhD in Architecture, Associate Professor of the Architectural Design Chair Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering 190005, Russia, Saint Petersburg, Vtoraya Krasnoarmeiskaya str., 4
E-mail: gradoved@gmail.com

Для цитирования: Монастырская М.Е. «Реслободизация» городов – эффективный ответ на эпидемиологический вызов современности. Часть I: общие положения, гипотеза исследования // Градостроительство и архитектура. 2021. Т.11, № 1. С. 110–117. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.01.15.

For citation: Monastyrskaya M.Ye. “Reslobodization” of Cities as an Effective Response to the Epidemiological Challenge of the Contemporary. Part i: General Provisions, Research Hypothesis. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2021, vol. 11, no. 1, Pp. 110–117. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2021.01.15.

Е. В. ПОНОМАРЕНКО

МОСКОВСКОЕ ВЛИЯНИЕ В АРХИТЕКТУРЕ СЕЛЬСКИХ ЦЕРКВЕЙ КЛАССИЦИЗМА В СРЕДНЕМ ПОВОЛЖЬЕ

MOSCOW'S INFLUENCE IN THE ARCHITECTURE
OF RURAL CLASSICAL CHURCHES IN THE MIDDLE VOLGA REGION

Исследование выполнено за счет средств Государственной программы Российской Федерации «Развитие науки и технологий» в рамках Плана фундаментальных научных исследований Министра России и РААСН. В статье предпринята попытка анализа широкого круга вопросов, связанных с влиянием московской архитектурной школы на формирование архитектуры сельских православных церквей на территории Среднего Поволжья в первой половине XIX в. Рассмотрены композиция и стилистические особенности архитектуры православных церквей региона. Выявлены особенности регионального культового зодчества Среднего Поволжья. Приведен обширный материал натурных обследований.

Ключевые слова: сельские церкви, московские архитекторы, местные архитекторы, ранний классицизм, зрелый классицизм

На территории Среднего Поволжья московское влияние на архитектуру в первой половине XIX в. определялось работами московских архитекторов на территории региона и произведениями местных архитекторов, которые учились и работали в Москве. Работы московских архитекторов в регионе в первой половине XIX в. были редкостью. Доказано только возведение церкви в селе Владимировка Хворостянского района Самарской области архитектором А.Г. Григорьевым. Церковь Святого Владимира была построена в 1837–1844 гг. помещиком Федором Васильевичем Самариним. Эта церковь была каменной с колокольней. При ней были построены дома для двух священников – священнослужителей дьячка и пономаря [1].

Автор проекта А.Г. Григорьев – русский архитектор из крепостных Тамбовской губернии. Вырос в Москве, воспитывался в семье архитектора И.Д. Жилярди, с сыном которого – Д.И. Жилярди – работал потом в творческом содружестве. В 1808-м поступил в ведомство Воспитательного дома, где проработал 40 лет, был его главным архитектором [2, с. 415].

Церковь является образцом классицизма и имеет мощное завершение в виде светового барабана – ротонды, которая перекрыта купо-

A study done at the expense of the State program of the Russian Federation “Science and technology” in the framework of the plan of basic scientific research Ministry of Russia and the RUSSIAN. In the article, an attempt has been made to the analysis of a wide range of issues related to the formation of the rural architecture of Orthodox churches in the territory of the Middle Volga region in the 19th century. Considered layout, composition and stylistic features of the architecture of Orthodox churches in the region. Peculiarities of regional religious architecture of the Middle Volga region. Provides extensive material field surveys.

Keywords: rural church, Moscow architects, local architects, the style of early classicism, style mature classicism

лом с главкой (рис. 1). С севера и юга центральный четверик имеет входы, фланкированные двумя дорическими полуколоннами и высокими окнами. На колонны опирается антаблемент и большое полукруглое окно с фигурной решеткой. Выше весь четверик оформлен треугольным фронтоном с сухариками. Нижняя часть фасадов имеет руст. Второй ярус трехъярусной колокольни тоже украшен дорическими полуколоннами.

Произведений местных архитекторов, которые учились в Москве, в регионе сохранилось значительное количество. Михаил Павлович Коринфский (Варенцов), уроженец Арзамаса, ученик А.Н. Воронихина, построил большое количество церквей и других зданий в регионе. Е.И. Кириченко отмечает связь его творчества со школой А.Н. Воронихина [3].

В селе Большая Царевщина (Волжский) по проекту М. П. Коринфского была построена церковь Рождества Христова в стилистике классицизма. Священник Н. Ласточкин в 1870 г. писал, что «Клировых ведомостей прошедшего столетия не сохранилось; есть только с 1780 года метрики и с 1785 года исповедные росписи, — почему нет возможности определить — когда в Царевщине построен храм. Известно толь-

ко, что в Царевщине до 1814 года существовал деревянный храм во имя Рождества Христова, по всей вероятности построенный еще князем Н. Долгоруковым, для удовлетворения христианских потребностей его крестьян; в 1914 же году этот храм сгорел, вместе с большою частью села, и жители Царевщины не имели своего храма до 1833 года, в котором освящен настоящий каменный храм. Из храмозданной грамоты видно, что просьбу о построении настоящего храма на имя Преосвященного Амвросия, Архиепископа Казанского, в 1814 году подавал г. Панчулидзе, на что и получил разрешение; но окончательно храм этот устроился, как выше сказали мы, уже в 1833 году. Снаружи храм довольно красивый; он устроен в форме креста, пятиглавый, с колокольнею; обнесен каменною с деревянною решеткой оградой, около которой, внутри, посажены акации и березы, что в летнее время придает храму особенно красивый вид. Внутреннее же украшение храма не богато; утвари, впрочем, довольно» [4].

Пятиглавая крестообразная в плане церковь с отдельно стоящей колокольней имеет со всех сторон четырехколонные тосканские портики, которые завершаются фронтонами

(рис. 2). Вместе они придают зданию торжественность и выразительность. Эти портики являются главными декоративными элементами храма. Портики и весь декор выделены белым цветом на фоне кремовой стены. Ордер решен несколько упрощенно, имеет сильно выступающую абак, базы колонн выделены темным цветом. Треугольные фронтоны украшены своеобразными ступенчатыми сухариками под карнизом и в тимпане. Углы основного объема оформлены пилястрами тосканского ордера. Подкарнизный пояс ступенчатых сухариков опоясывает весь объем здания. На фасадах находятся симметрично расположенные высокие окна прямоугольной формы и ложные окна, которые заключены в высокие плоские ниши и имеют перспективные сандрики. Входные проемы оформлены так же. Над сандриками трех центральных окон находятся небольшие полукруглые окна с выделенным замковым камнем. Четырехъярусная отдельно стоящая колокольня перекрыта полусферическим куполом с высоким шпилем. Нижний ярус – мощный четверик – отделен от второго яруса полным антаблементом с двойным перспективным карнизом и четырьмя треугольными фронтонами.



Рис. 1. Церковь села Владимировка



Рис. 2. Церковь Рождества Христова в селе Большая Царевщина

Этот антаблемент опирается на выделенные цветом пилястры, которые выродились в лопатки без капителей, но с выявленной базой. Окна имеют перспективные сандрики и замковые камни без архивольтов. Над сандриком центрального окна каждого фасада находится небольшое полукруглое окно. Второй ярус – имеет в плане форму квадрата со скошенными углами и высокие проемы с полуциркульным завершением в основных гранях. Эти проемы подчеркнуты замковым камнем без архивольта. Третий и четвертый ярусы колокольни – круглые в плане. Оба имеют перспективные карнизы. Верхний, на который опирается купол, – тройной. Второй, третий и четвертый ярусы украшены дополнительными горизонтальными тягами. К этой колокольне пристроена еще одна прямоугольная в плане звонница, которая имеет в нижней части два сквозных проема с полуциркульным завершением и ярус звона вверху сооружения. Пристройка завершена высокой фигурной аттиковой стенкой. Фасады декорированы филенками и горизонтальными тягами. Таким образом, декоративное оформление храма отличается гармоничными пропорциями, но своеобразной несколько упрощенной трактовкой ордера. С другой стороны – количество перспективных карнизов и горизонтальных тяг значительно увеличено по сравнению с традиционной трактовкой ордерных форм.

Еще одним интересным примером классицизма, возведенным в 1843 г. по проекту М. П. Коринфского, является Рождественская церковь в селе Рождествено [5].

Традиционная композиционная схема храма кораблем усложнена северным и южным входами с крыльцами. Эти входы оформлены четырьмя упрощенными пилястрами с более широким треугольным фронтоном. Фасады имеют горизонтальные тяги, окна – сандрики (рис. 3). Таким образом, в декоративном ре-

шении этого храма присутствует своеобразная значительно упрощенная трактовка ордера и обильно украшенные сухариками треугольные фронтоны.

Церковь Михаила Архангела в селе Шигоны была построена в 1829 г. на месте первого храма (1701 г.) по проекту архитектора М.П. Коринфского помещиком Д.С. Кротковым в стилистике классицизма. Каменный пятипрестольный храм в 1889 г. был «исправлен и обнесен каменной оградой» [6, с. 201.].

Шигонские земли в этот период принадлежали Саввино-Сторожевскому монастырю, находящемуся западнее города Звенигорода Московской области. Этот монастырь в рассматриваемый период возрождался после войны 1812 года. Была восстановлена четырехъярусная колокольня, построенная в 1652 г. архитектором И. М. Шарутиным.

Живописное здание колокольни поставлено на высокий постамент (включающий подвалы и два этажа), имеет несколько башенок с декоративными шатрами и во втором ярусе здания – небольшую церковь. Силуэт колокольни необычен: асимметрию в композицию вносят парадное крыльцо с лестницей и часовая башенка, завершенная собственным четырехгранным шатром (рис. 4).

Церковь Михаила Архангела в селе Шигоны имела приделы: в основном храме Дмитриевский и Марии Магдалины (холодный); в трапезной Варваринский и Владимирский (теплый). В советское время церковь была разрушена, сохранился только один притвор. Главки небольшие на высоких граненых барабанах. Над папертью установлена сень (как вариант крыльца) на тонких колоннах без капителей с многогранной кровлей и главкой в центре. Рядом построена отдельно стоящая трехъярусная колокольня.

Можно проследить параллели в декоративном решении этой церкви и колокольни,



Рис. 3. Церковь Рождества Христова в селе Рождествено



колокольня

башня

Рис. 4. Саввино-Сторожевский монастырь

а также башен Саввино-Сторожевского монастыря. Углы звонницы, башен и других сооружений монастыря оформлены свободно трактованными полуколоннами, парадное крыльцо колокольни имеет многоскатную крышу с треугольным фронтоном, который украшен живописной иконой в плоской нише.

Фасады церкви Михаила Архангела в селе Шигоны украшены видоизмененными тосканскими полуколоннами, но в отличие от монастыря дополнены рустом в нижней половине стен. В верхней части стен находятся круглые и полукруглые ниши с росписью, что характерно и для сооружений Саввино-Сторожевского монастыря. Отдельно стоящая колокольня церкви имеет три яруса, завершена главкой на граненом барабане, построена по типу два восьмерика на четверике. Нижний ярус представляет собой мощный четверик, фасады которого завершены треугольными фронтонами. Под фронтонами находятся перспективный карниз и декоративный пояс ширинок. Фасады украшены композициями из плоских ниш, в части из которых сохранилась живопись (рис. 5).

Воскресенская церковь была построена в селе Воскресенское в 1811 г. Проект разработал уроженец Самарской губернии села Усолье крепостной архитектор Орловых – Христофор Иванович Сахаров. Граф Владимир Григорьевич Орлов на свои средства выучил талантливого крестьянина зодческому искусству. Интересно, что во время учебы Христофор получил прозвище Шмит, которое вошло в большин-

ство исторических документов вместо его настоящей фамилии. Проект церкви был разработан в стилистике классицизма в 1804 г. [7].

Проект церкви отличается от построенной церкви. Изначально храм был задуман в стилистике строгого классицизма. Северный и южный входы в храм предполагалось оформить в виде шестиколонных портиков дорического ордера с треугольным фронтоном, который был прорезан нишей с дугообразным завершением. Колоннам портика соответствовали шесть пилястр на наружной восточной стене в простенках окон прямоугольного алтаря. Однако этот декор был упрощен в процессе строительства и превратился только в четыре пилястры с фронтоном и имитацией ниши.

Тем не менее однокупольная, строго центрическая объемно-пространственная композиция, с западной стороны соединяющаяся через небольшую трапезную с двухъярусной колокольней, предложенная автором, сохранилась. Световой барабан, поддерживающий центральный и единственный купол, был сделан некруглым невысоким, как предполагалось проектом, а восьмигранным высоким. Сложное фигурное завершение купола было заменено луковичной главкой на шее. Центральный объем покрыт сводом, состоящим из восьми треугольных лепестков, образующих сферу, и увенчан маленькой луковкой – фонариком (рис. 6).

В селе Новинки между 1806 и 1818 гг. появилась Церковь Успения Пресвятой Богородицы в стилистике классицизма, архитектор



Рис. 5. Церковь Михаила Архангела в селе Шигоны



Рис. 6. Церковь Воскресения Христова в селе Воскресенское

Христофор Шмит (Х.И. Сахаров). Церковь кирпичная, сооружена на средства графини А. А. Орловой-Чесменской [6, с. 168]. За основу был взят известный проект Х. Шмита для строительства приходских церквей в нескольких селах на графских землях. В процессе возведения церкви он претерпел значительные изменения в сторону технического упрощения и, возможно, удобства использования храма. Здание приземистых пропорций с восьмигранным куполом, боковыми притворами, протяженной трапезной и колокольней над западным входом. Восьмигранный основной объем увенчан крупной ротондой, с севера и юга к нему примыкают портики, с востока алтарь, с запада протяженная трапезная, завершающаяся многоярусной колокольней. Приделы имеют престолы – Екатерининский и Никольский. Три входа и алтарь в традициях классицизма четко фиксируют основную продольную и поперечную оси. Четырехколонные портики северного и южного входов необычные – включают две колонны по краям и два квадратных в плане столба. Эти колонны и столбы имеют упрощенные капители тосканского ордера. На них опирается треугольный фронтон с росписью в тимпане, а также с перспективным карнизом и фризом под ним. Западный вход имеет портик из четырех дорических полуколонн, приближенный к колокольне. Скошенные простенки фасада (углы) рустованы. Широкий световой барабан тоже декорирован упрощенными пилястрами. Купол полусферический с главкой на высокой шее. Колокольня четырехъярусная, расположена на входном приделе (рис. 7).

Церковь Троицы Живоначальной в селе Екатериновка в формах классицизма была

построена в 1806-1828 гг. на средства графини А. А. Орловой-Чесменской [8], архитектор Христофор Шмит (Х.И. Сахаров). Восьмигранный основной объем увенчан крупной ротондой, с севера и юга к нему примыкают портики, с востока алтарь, с запада протяженная трапезная, завершающаяся многоярусной колокольней. Приделы имеют престолы – Екатерининский и Никольский. Три входа и алтарь в традициях классицизма четко фиксируют основную продольную и поперечную оси. Четырехколонные портики северного и южного входов необычные – включают две колонны по краям и два квадратных в плане столба. Эти колонны и столбы имеют упрощенные капители тосканского ордера. На них опирается треугольный фронтон с росписью в тимпане, а также с перспективным карнизом и фризом под ним. Западный вход имеет портик из четырех дорических полуколонн, приближенный к колокольне. Скошенные простенки фасада (углы) рустованы. Широкий световой барабан тоже декорирован упрощенными пилястрами. Купол полусферический с главкой на высокой шее. Колокольня четырехъярусная, расположена на входном приделе (рис. 8).



Рис. 7. Церковь Успения Пресвятой Богородицы в селе Новинки



Рис. 8. Церковь Троицы Живоначальной в селе Екатериновка

В целом в архитектуре классицизма Среднего Поволжья явно читается влияние московских образцов. Однако в творчестве местных архитекторов прослеживается смешение классических и фольклорных элементов в декоре. Для классицизма этого архитектора характерно: упрощение рисунка ордера, например профилей карнизов; применение необычных эклектичных декоративных элементов вместо ордерных форм, например плиты вместо капителей или отсутствие капителей, использование столбов вместо колонн, использование внешних мотивов древнерусской архитектуры, например ниш и наличников, большого количества росписи на фасадах и в тимпанах; применение местных материалов – камня-плитняка и др. При этом декоративное оформление храмов отличается гармоничными пропорциями и уравновешенностью композиции. Многое зависело от предпочтений автора, усвоенных им традиций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Центральный государственный архив Самарской области, Ф.1, оп. 12, д. 5769.
2. Пилявский В.И., Тиц А.А., Ушаков Ю.С. История русской архитектуры. М.: Архитектура – С, 2003. 511 с.
3. Кириченко Е. И. Храмы, сооруженные по проектам М. П. Коринфского, и церковное зодчество России первой половины XIX века // Архитектор Михаил Коринфский: 225 лет со дня рождения: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции 27 сентября 2013 года. Ульяновск, 2014. С. 7–31.
4. Ласточкин Н. Царевщинский приход Самарского уезда // Самарские епархиальные ведомости. 1870. № 11. Самара: Губернская Типография. С. 242–255.
5. Центральный государственный архив Самарской области, Ф.1, оп. 1, д. 1130.
6. Баженов Н.И. Статистическое описание соборов, монастырей, приходских и домовых церквей Симбирской епархии по данным 1900 года: (приложение к Симбирским Епархиальным Ведомостям за 1903 г.). Симбирск: Типолитография А.Т. Токарева, 1903. 671 с.
7. Центральный государственный архив Самарской области, Ф.1, оп.12, д. 2758.
8. Центральный государственный архив Самарской области, Ф.32, оп.38, д. 988.

REFERENCES

1. Gosudarstvenniy arhiv Samarskoy oblasti [State Archives of the Samara Region], 1, op. 12, 5769. (in Russian, unpublished).
2. Pilyavsky V.I., Titz A.A., Ushakov Y.S. *Istoria russkoi arhitekturi* [History of Russian Architecture] M., Architecture-C, 2003. 511 p.
3. Kirichenko E.I. Temples, built on the projects of M.P. Korinthsy, and the church architecture of Russia in the first half of the 19th century. *Arhitektor Mihail Korinfskij: 225 let so dnya rozhdeniya: sbornik materialov Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferentsii 27 sentyabrya 2013 goda* [Architect Mikhail Korinthsy: 225 years of birth: a collection of materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference September 27, 2013]. Ulyanovsk, 2014, pp. 7-31. (in Russian)
4. Lastochkin N. Tsarevshchina Parish, Samara County. *Samarskie eparhial'nye vedomosti* [Samara Diocesan Gazette], 1870, no.11, pp. 242-255. (in Russian)
5. Gosudarstvenniy arhiv Samarskoy oblasti [State Archives of the Samara Region], 1, op. 1, 1130. (in Russian, unpublished).
6. Bazhenov N.I. *Statisticheskoe opisanie soborov, monastirey, prihodskih i domovih zerkvoy Simbirskoy eparhii po dannim 1900 goda (prilogenie k Simbirskim Eparhialnim Vedomostam za 1903 g.)* [Statistical description of cathedrals, monasteries, and parish and house churches of the Diocese of Simbir according to the data of 1900]. Simbirsk, A.T. Tokarev's Tipolitografiya, 1903. 671 p.

7. *Gosudarstvenniy arhiv Samarskoy oblasti* [State Archives of the Samara Region], 1, op. 12, 2758. (in Russian, unpublished).

8. *Gosudarstvenniy arhiv Samarskoy oblasti* [State Archives of the Samara Region], 32, op. 38, 988. (in Russian, unpublished).

Об авторе:

ПОНОМАРЕНКО Елена Владимировна

доктор архитектуры, доцент,
профессор кафедры реконструкции
и реставрации архитектурного наследия
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
ведущий научный сотрудник
ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России»
Научно-исследовательский институт теории
и истории архитектуры и градостроительства
105264, Россия, г. Москва, улица 7-я Парковая, дом 21-а
E-mail: evpon@mail.ru

PONOMARENKO Elena V.

Doctor of Architecture, Professor of the Reconstruction
and Restoration of Architectural Heritage Chair
Samara State Technical University
Academy of Architecture and Civil Engineering
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244
Senior researcher
Central scientific-research and Design Academy of the
Ministry of construction and housing and communal
services of the Russian Federation
Scientific-Research Institute of Architecture and Urban
Planning Theory and History
105264, Moscow, 7th Parkovaya str., 21a
E-mail: evpon@mail.ru

Для цитирования: Пономаренко Е.В. Московское влияние в архитектуре сельских церквей классицизма в Среднем Поволжье // Градостроительство и архитектура. 2021. Т.11, № 1. С. 118–124. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.01.16.

For citation: Ponomarenko E.V. Moscow's Influence in the Architecture of Rural Classical Churches in the Middle Volga Region. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2021, vol. 11, no. 1, Pp. 118–124. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2021.01.16.

**НАУЧНО-ПРОЕКТНЫЙ ЦЕНТР
«АРХИГРАД»**



Е. В. ПОНОМАРЕНКО
Ф. В. КАРАСЁВ

АРХИТЕКТУРА СЕЛЬСКИХ ДОМОВ ЦЕРКОВНОСЛУЖИТЕЛЕЙ XIX – НАЧАЛА XX ВЕКА В СРЕДНЕМ ПОВОЛЖЬЕ И НА ЮЖНОМ УРАЛЕ

**ARCHITECTURE OF RURAL HOUSES OF CLERGYMEN OF THE 19TH AND EARLY
20TH CENTURIES IN THE MIDDLE VOLGA REGION AND THE SOUTHERN URALS**

В статье впервые произведен всесторонний анализ архитектуры сельских жилых домов священнослужителей в Среднем Поволжье и на Южном Урале в XIX – начале XX века. Изучены материалы строительства, планировка, композиция и стилистические особенности архитектуры этих зданий в регионе. Рассмотрены дома, выполненные местными плотниками и спроектированные в Петербурге. Выявлены изменения в архитектуре таких зданий с течением времени. Приведены примеры и описания архитектуры разных типов деревянных домов священнослужителей. Наиболее подробно изучен комплекс зданий при церкви Николая Чудотворца в селе Епифановка. Проанализированы особенности переплетения «краснокирпичного» и неорусского архитектурных стилей в декоре зданий данного комплекса.

Ключевые слова: сельские жилые здания, деревянные здания, кирпичные здания, спроектированные в Петербурге, построенные местными мастерами, село Епифановка, русский стиль, эклектика

Актуальность и научная новизна работы определяется тем, что архитектура сельских жилых домов XIX – начала XX в. в провинции еще недостаточно исследована. Традиционное деревянное жилое зодчество и жилая архитектура эклектики на селе особенно мало исследованы. В то же время такая массовая застройка предоставляет возможность выявить особенности архитектуры не только на материале известных памятников, но и в совокупности сооружений рассматриваемой стилистики. Большинство исследователей рассматривает только архитектуру сельских церквей, а жилые здания священнослужителей остаются не изученными. В то же время источники свидетельствуют, что при большинстве церквей возводились соответствующие жилые здания. Например, при Владимирской церкви в селе Владимировка Хворостянского района Самарской области в 1837–1844 гг. были построены дома для двух священников, дьячка и пономаря [1].

The article for the first time carried out a comprehensive analysis of the architecture of rural houses of clergymen in the middle Volga region and the Southern Urals in the 19th – early 20th century. The materials of construction, planning, composition and stylistic features of the architecture of these buildings in the region have been studied. Houses made by local carpenters and designed in St. Petersburg are considered. Changes in the architecture of such buildings over time have been revealed. Examples and descriptions of the architecture of different types of wooden houses of clergymen are given. The most detailed complex of buildings at the church of Nicholas the Wonderworker in the village of Epifanovka. The features of the interweaving of “red-brick” and neo-Russian architectural styles in the decoration of the buildings of this complex have been analyzed.

Keywords: rural residential buildings, wooden buildings, brick buildings, designed in St. Petersburg, built by local craftsmen, Epifanovka village, Russian style, Eclecticism

Сельский священник являлся очень важной фигурой в поселении. Поскольку в XIX – начале XX в. церковь не была отделена от государства, у священника были государственные обязанности – вести метрические книги и др. Как правило, место священника наследовал его сын, по наследству передавался и дом, который обычно сооружался на деньги прихода [2].

Как отмечают историки: 21 июня 1863 г. император Александр II подписал закон, обязывающий прихожан предоставлять причтам новооткрытых храмов жилье, но на практике крестьяне не стремились исполнять постановления властей. Поэтому духовные лица предпочитали покупать собственные дома [3]. Причтовые дома и земля, на которой они находились, чаще всего являлись собственностью церкви. Традиционно такие дома строили крестьяне соответствующего села. Священнослужители пытались контролировать процесс строительства, но обычно они не имели соответствующих знаний. Поэтому

архитектурное решение строящихся зданий определяли плотники и каменщики села.

Подавляющее большинство домов священнослужителей на селе были деревянными самого простого архитектурного решения. Например, в 1808 г. в селе Большая Царевщина (Волжский) Самарской области при церкви «был построен деревянный дом священника. При доме имела кухня и сени» [4]. Наиболее распространенным типом постоянного жилища во всех сельских поселениях были бревенчатые избы. Дома священников встречались всех основных планировочных типов: «изба-связь» (две избы через сени), «пятистенки» (сени, изба, горница), «шестистенки», дома углом (Г-образные), крестовый дом и др.

Относительно «парадный» облик имели причтовые дома в заводских селах, которые строились по проектам, присылаемым из столицы. Характерным примером является дом священника для Благовещенского завода бывшей Оренбургской губернии, спроектированный в Петербурге в первой половине XIX в. [5]. Это одноэтажное здание, которое было объединено с заводским домом (конторой) в единый комплекс оградой с двумя воротами. По планировочному типу оба этих здания избы со связью, хотя и были спроектированы каменными. Главные фасады обоих зданий украшали в центре подобия портиков без фронтонов (рис. 1).

Крестовый дом в плане делится на четыре части двумя пересекающимися стенами, которые рубятся одновременно с внешними стенами. Как правило, такие дома квадратные в плане. Характерным примером крестового дома, рубленного в обло, является дом священника в станции Долгодеревенской бывшей Оренбургской губернии, построенный в середине XIX в. Дом имеет двускатную крышу с большим слуховым окном в торцевой стороне. Вход в дом организован через невысокие при-

строенные холодные сени с высоким крыльцом. Таким образом, мы имеем в крестовом доме характерное планировочное добавление, свойственное татарским и башкирским традициям. Фасады тоже необычно декорированы. Они општукатурены и побелены. Завершаются фасады подшивным фризом с геометрическим орнаментом и сильно выступающим карнизом. Окна главного и бокового фасадов имеют наличники с пропиленной резьбой растительного типа. Таким образом, дом священника сочетает в своем архитектурном решении типичные русские и восточные планировочные традиции (рис. 2).

Располагались причтовые дома как непосредственно на площади около церкви, так и на находящихся рядом улицах села. Например, дом священника в селе Харино Красноармейского района Челябинской области располагается рядом с церковью, но отделен от ее территории улицей (рис. 3).

Дом небольшой деревянный, имел две комнаты «в шесть квадратных сажень», погреб и двор с огородом. Каменный дом в селе в этот период был только один. Но дом священника украшен более празднично, чем остальные. Он имеет резные наличники и декоративные башенки с металлической решеткой на крыше (рис. 4).

Первые сельские каменные дома начали строиться в регионе в середине XIX столетия. В конце XIX – начале XX в. в сельской застройке в ограниченном количестве появляются здания новой стилистики, в основном эклектики с элементами русского стиля. Причтовые дома наиболее часто выполнялись в такой стилистике. Это объяснялось тем, что в данный период государство значительно расширило объем строительства сельских церквей. Как отмечает Е.И. Кириченко, «Сибирь и Западные губернии, хотя и по разным причинам, превратились в XIX – начале XX века в место особенно интен-

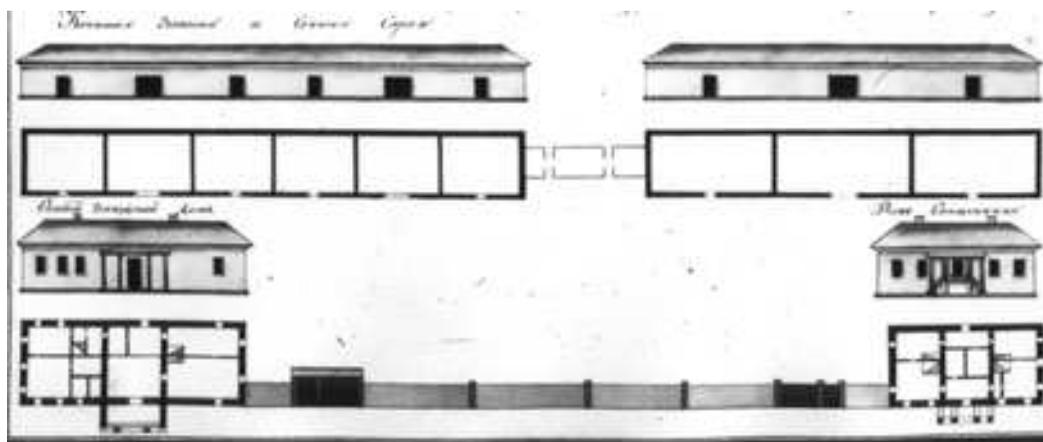


Рис. 1. Дом священника и заводской дом Благовещенского завода

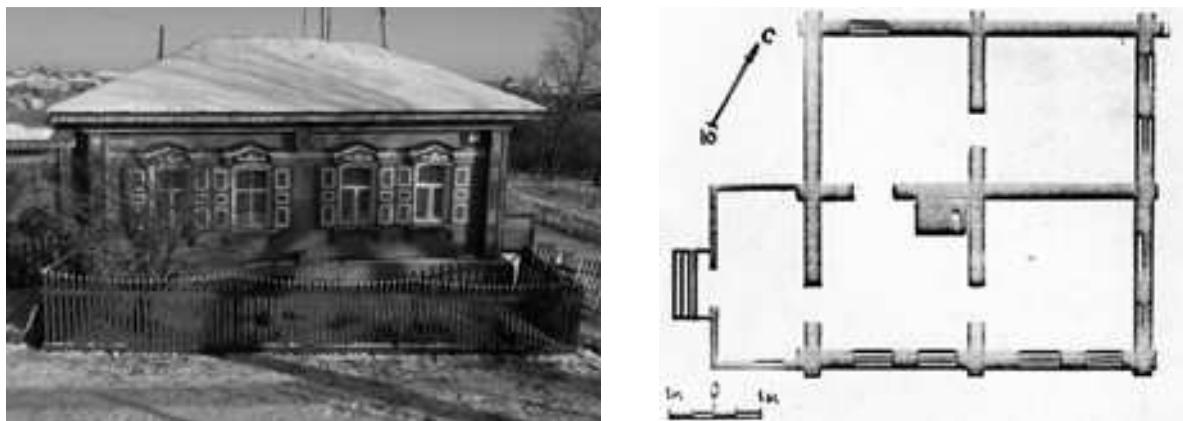


Рис. 2. Дом священника в станице Долгодеревенской



Рис. 3. Центральная часть села Харино



Рис. 4. Дом священника села Харино

сивного строительства православных храмов» [6, с.235].

Очень интересным памятником этой стилистики является находящийся в настоящее время в плачевном состоянии комплекс зданий при церкви Николая Чудотворца в селе Епифановка Шигонского района Самарской области, построенный в начале XX в.

Границы территории церкви обозначены условно. Исходя из ситуационной схемы (рис. 5) видно, что вокруг здания храма на достаточно большом удалении, по обеим сторонам двух основных улиц села расположены хозяйственные и служебные постройки, в основном в руинированном состоянии. Следует предположить, что территория церкви была значительно больше и не разбивалась дорогой в непосредственной близости к зданию, как в настоящее время. Подтверждением этого служит то, что вокруг храма наблюдается достаточно большая территория в форме овала, свободная от застройки, для обеспечения крестного хода; декор фасадов и фрагментов кирпичных зданий, входящих в комплекс при церкви, отличается от архитектурно-планировочного решения жилых домов зажиточных крестьян.

Центральное здание комплекса – церковь Николая Чудотворца – представляет собой интересный образец эклектики с элементами древнерусской архитектуры. Она была построена в 1914 г. на деньги крестьян. Здание имеет гармоничные пропорции и очень богатый декор из облицовочного кирпича (рис. 6, а).

В комплекс входит одно деревянное здание, находящееся с юго-восточной стороны от церкви, в настоящее время разрушенное. Вероятнее всего, это жилой дом причта или приходская школа. Оно одноэтажное, Г-образное в плане. Здание представляло собой традиционный сруб, перекрытый двускатной кровлей. Фасады были обшиты тесом, декорированы деревянными резными наличниками и карнизами (рис. 6, б).

Другие здания комплекса кирпичные. Они имеют простую прямоугольную форму в плане, четырехскатную кровлю и богатый декор в русской стилистике. Углы объемов одного из них акцентированы мощными пилястрами, на которые опирается фриз с орнаментом и перспективный карниз из кирпича. Крыша здания была четырехскатная, но не сохранилась. Декор фасадов из облицовочного кирпича включает лопатки и необычные наличники окон, состоящие из фигурных плоских колонок и мощных наверший, имеющих полуциркульную перспективную арку с килевидным завершением, фланкированную небольшими пирамидками (рис. 7).

Второе здание, аналогично решенное в объеме, тоже с декором из облицовочного кирпича, имеет по углам рустованные лопатки, на которые опирается многоярусный фриз с кирпичными кронштейнами и карниз. Фасад имеет широкий горизонтальный пояс под окнами с фигурными двоянными ширинками под каждым окном. Наличники окон состоят из простых колонок и фигурных перспективных наверший с треугольным мотивом в центре (рис. 8).



Рис. 5. Центральная часть села Епифановка

а



б



Рис. 6. Комплекс в селе Епифановка: а – церковь Святого Николая; б – деревянное здание



Рис. 7. Комплекс в селе Епифановка: первое здание



Рис. 8. Комплекс в селе Епифановка: второе здание

Третье здание комплекса решено в объеме и в плане так же, как и первые два. Декор фасадов соединяет элементы первых двух корпусов комплекса. Углы объемов акцентированы рустованными лопатками, на которые опирается фриз с кирпичными кронштейнами и карниз. Наличники окон состоят из простых колонок и наверший, имеющих полуциркульную перспективную арку с килевидным завершением, фланкированную небольшими пирамидками. Здесь фасад тоже имеет широкий горизонтальный пояс под окнами с широкими ширинками под каждым окном. Боковые фасады решены скромно – без декора и без окон (рис. 9). Очень необычная фигурная кладка фасадов этих трех зданий делает рассмотренные памятники сельского гражданского зодчества важным элементом регионального наследия.

Таким образом, сельские здания для священнослужителей составляют очень интересную часть жилой архитектуры российской провинции XIX – начала XX столетия. В XIX в. вплоть до 1890-х гг. основная часть таких домов была деревянной. Встречались как примитивные, так и основательно построенные избы, широко применялись крестовые дома. Со временем декор домов священнослужителей становится все более затейливым. Они украшались металлическими решетками и другими подобными элементами. В конце XIX – начале XX в. в сельской застройке для священнослужителей

в ограниченном количестве появляются здания новой стилистики. Кирпич является главным материалом для строительства таких зданий, но деревянные здания тоже остаются и решаются в прежней стилистике. Наиболее характерным примером новой стилистики являются здания комплекса при церкви Николая Чудотворца в селе Епифановка, решенные очень гармонично с использованием фигурного декора в древнерусской стилистике из облицовочного кирпича. Эти здания особенно интересны тем, что фигурная кладка декора фасадов не просто использует возможности кирпича, как это принято в «краснокирпичном» стиле, произведений которого в настоящее время сохранилось много. Данные памятники скорее следует отнести к эклектике с элементами древнерусской архитектуры. В жилом и культовом зодчестве иногда трудно отнести сооружение к тому или другому направлению. В зодчестве Среднего Поволжья и Южного Урала русский и «краснокирпичный» стили имеют много общего. Первоначально «краснокирпичный» стиль распространился в архитектуре общественных и промышленных зданий, так как там он был наиболее уместен и позволял строить дешево. Впоследствии он развился и даже приобрел не свойственные ему декоративные элементы, заимствованные из ордерной системы и памятников неорусского стиля. В начале XX в. эти два стили в архитектуре региона переплелись.



Рис. 9. Комплекс в селе Епифановка: третье здание

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Государственный архив Самарской области, ф. 1, оп. 12, д. 5769.
2. Знаменский П.В. Приходское духовенство на Руси. Приходское духовенство в России со времен реформ Петра. СПб.: Издательский дом Коло, 2003. 184 с.
3. Иконников С.А. Обеспечение жильем приходского духовенства Центрального Черноземья в пореформенный период // Вестник Санкт-Петербургского университета. История. 2019. Т. 64. Вып. 3. С. 843–856.
4. Ласточкин Н. Царевщинский приход, Самарского уезда // Самарские епархиальные ведомости. 1870. № 11. Самара: Губернская Типография. С. 242–255.
5. Российский государственный исторический архив, ф.37, оп.63 П, д. 143, л.2.
6. Русское градостроительное искусство. Градостроительство России середины XIX – начала XX века / под общ. ред. Е.И. Кириченко. М.: Прогресс-Традиция, 2001. 340 с.

Об авторах:

ПОНОМАРЕНКО Елена Владимировна

доктор архитектуры, доцент,
профессор кафедры реконструкции и реставрации
архитектурного наследия
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
ведущий научный сотрудник
ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России»
Научно-исследовательский институт теории
и истории архитектуры и градостроительства
105264, Россия, г. Москва, улица 7-я Парковая, дом 21-а
E-mail: evpon@mail.ru

КАРАСЁВ Фёдор Вадимович

ассистент кафедры реконструкции и реставрации
архитектурного наследия
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: fedor_karasev@mail.ru

REFERENCES

1. Gosudarstvenniy arhiv Samarskoy oblasti [State Archives of the Samara Region], 1, op. 12, 5769. (in Russian, unpublished).
2. Znamensky P.V. Prihodskoe duhovenstvo na Rusi. Prihodskoe duhovenstvo v Rossii so vremen reform Petra. [Parish clergy in Russia. Parish clergy in Russia since Peter's reforms.]. St. Petersburg: Colo Publishing Scrap, 2003. 184 p.
3. Ikonikov S.A. Providing housing for the parish clergy of the Central Black Earth during the period. [Herald of the University of St. Petersburg. History], 2019, vol. 64, no.3, pp. 843-856. (in Russian)
4. Lastochkin N. Tsarevshchina Parish, Samara County. *Samarskie eparhial'nye vedomosti* [Samara Diocesan Gazette], 1870, no.11, pp. 242-255. (in Russian)
5. Rossiiskii gosudarstvennii istoricheskii arhiv [Russian State Historical Archives], 37, op. 63 2, 143, 2. (in Russian, unpublished).
6. Russkoe gradostroitelnoe iskusstvo. Gradostroitelstvo Rossii seredini 19 – nachala 20 veka. [Russian urban art. Urban development in Russia in the mid-19th and early 20th centuries]. Under the general editorship of E.I. Kirichenko. M., Progress Tradition, 2001. 340 p.

PONOMARENKO Elena V.

Doctor of Architecture, Professor of the Reconstruction and Restoration of Architectural Heritage Chair
Samara State Technical University
Academy of Architecture and Civil Engineering
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244
Senior researcher
Central scientific-research and Design Academy of the Ministry of construction and housing and communal services of the Russian Federation
Scientific-Research Institute of Architecture and Urban Planning Theory and History
105264, Moscow, 7th Parkovaya str., 21a
E-mail: evpon@mail.ru

KARASEV Fedor V.

Assistant of the Reconstruction and Restoration of Architectural Heritage Chair
Samara State Technical University
Academy of Architecture and Civil Engineering
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244
E-mail: fedor_karasev@mail.ru

Для цитирования: Пономаренко Е.В., Карасёв Ф.В. Архитектура сельских домов церковнослужителей XIX – начала XX века в Среднем Поволжье и на Южном Урале // Градостроительство и архитектура. 2021. Т.11, № 1. С. 125–131. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.01.17.

For citation: Ponomarenko E.V., Karasev F.V. Architecture of Rural Houses of Clergymen of the 19th and early 20th Centuries in the Middle Volga Region and the Southern Urals. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2021, vol. 11, no. 1, Pp. 125–131. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2021.01.17.

А. В. СИДОРОВА**РАЗВИТИЕ ДОРЕГУЛЯРНОЙ ПРОСТРАНСТВЕННО-ПЛАНИРОВОЧНОЙ СТРУКТУРЫ ГОРОДА ТОТЬМЫ****EVOLUTION OF THE PRE-REGULAR SPATIAL AND PLANNING STRUCTURE OF THE TOWN OF TOTMA**

Статья посвящена дорегулярному периоду развития планировочной структуры города Тотьмы со второй половины XV по начало XIX в. На основании источников рассмотрены основные предпосылки и факторы формирования дорегулярной планировки города, выделены основные этапы этого формирования. Проанализировано появление и развитие культовых центров города и особенности дорегулярной планировочной структуры посада в соответствии с постепенным формированием территории Тотьмы. Изучены характерные черты архитектуры церковных комплексов города и создание панорамы на разных этапах существования города Тотьмы. Проанализированы панорамы города с реки, постройка храмов на рельефе.

Ключевые слова: градостроительная структура, ретроспективный анализ, графический анализ, дорегулярная планировка, композиционно-видовая связь, Тотьма

Дорегулярный период развития является ключевым в сложении пространственной структуры древнерусского города, именно тогда закладываются основные планировочные и композиционные оси и связи, происходит естественный рост городской территории, обусловленный внутренними процессами, а не навязанный извне, определяются основные административные, культовые, торговые и промысловые центры. Процесс развития идет в увязке с топографией, макро- и микрорельефом территории, который не подчиняется, а подчиняет себе развитие, а также в тесной связи с ландшафтом. Дорегулярный период развития древнерусских городов продолжался достаточно долго, вплоть до конца XVIII – начала XIX в., когда Екатериной II были массово разработаны и конформированы регулярные планы городам. Только подробное изучение дорегулярной планировки при проведении ретроспективного анализа позволяет выявить принципы и закономерности расположения древних частей градостроительной структуры. Актуальность изучения дорегулярной планировки в настоящее время обусловлена поиском историческими городами своей идентичности и уникального культурного кода, которые были

The article is devoted to the pre-regular period of evolution of the planning structure of the town of Totma in the period from the second half of the XV to the beginning of the XIX century. Based on the sources, the main prerequisites and factors for the formation of a pre-regular town layout are considered, and the main stages are highlighted. The emergence and development of the city's religious centers and the features of the pre-regional planting structure in accordance with the gradual formation of the city's territory have been analyzed. The characteristic features of the architecture of the church complexes of the city and the creation of a panorama at different stages of the existence of the city of Totma have been studied. The panoramas of the city from the river, the staging of the city's temples on the relief are analyzed.

Keywords: urban planning structure, retrospective analysis graphical analysis, pre-regular plan, compositional and visual relation, Totma

присущи городу и закладывались на самых ранних этапах (впоследствии регулярные планы делили города более одинаковыми и понятными).

Пространственно-планировочная структура города Тотьмы активно формировалась в период со второй половины XV по конец XVIII в. На первом этапе (рис. 1) – XV век – появились нерегулярные славянские поселения – городище у устья Старой Тотьмы, что было обусловлено древней освоенностью этого места, наличием ранее селища и на реке Ковде, что было обусловлено наличием соляных источников [1–5].

К началу XVI в. посад на реке Ковде, в двух километрах севернее от существующего города на месте современной деревни Варницы, был уже достаточно развит. Его экономическое благосостояние определило наличие соляных источников, открытых в XIV в., а градостроительное развитие определили природно-топографические факторы: посад расположился в непосредственной близости от источников на естественной возвышенности Хорбардиной горе, где к 1500 г. уже стояла деревянная Ильинская церковь [1]. У ее подножия на берегу рек Ковды, Солонихи и Ляпуньки расположился промышленно-промысловый посад – Посад

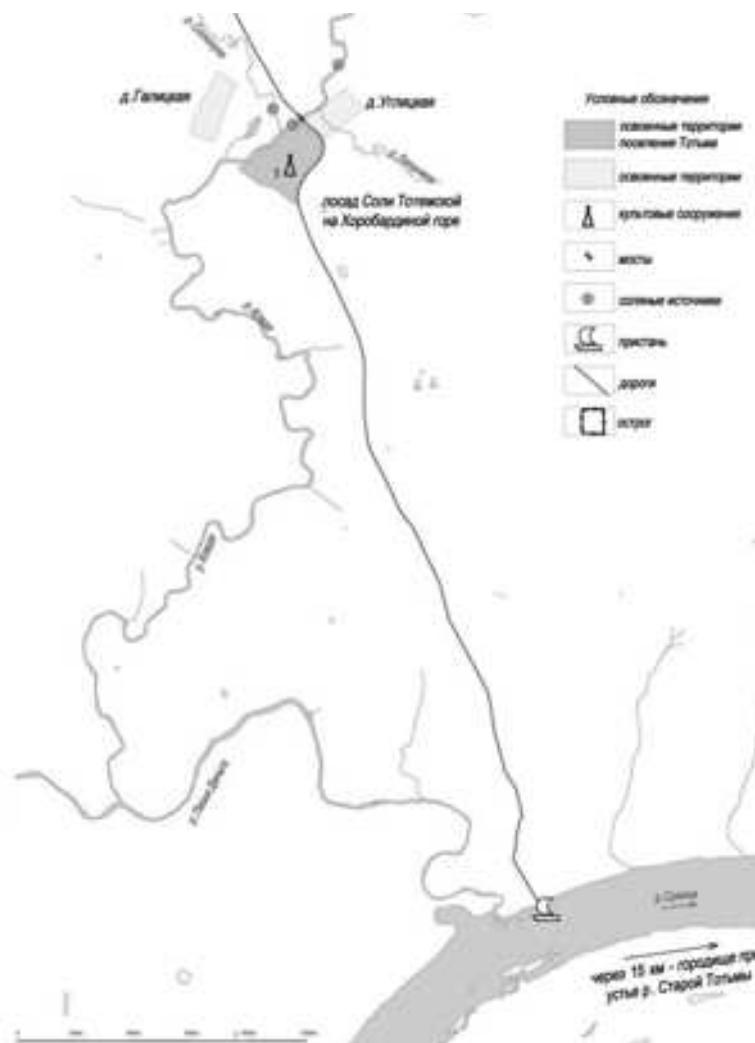


Рис. 1. Ретроспективный анализ развития территории города.
Этап 1. Освоение территории на XV век:
1 – церковь Пророка Илии, деревянная

Соли Тотемской, не имевший укреплений. Непосредственно на берегу Ковды располагались варницы и амбары, у подножия возвышенности – дома посадских людей и дворы, рядом находились деревни Галицкая и Углицкая.

Так как мелкий промысел постепенно выходил за пределы небольшого посада, к XVI в. важнейшее значение приобрела сухопутная дорога, соединяющая Посад Соли Тотемской и пристань на реке Сухоне. Эта дорога, названная позже Никольской дорогой, Пробойной дорогой и позднее улицей, является наиболее древней пространственно-планировочной осью, сыгравшей ключевую роль в формировании планировочной и композиционной структуры города Тотмы, многие ее участки сохранили свою трассировку и значение до наших дней.

В начале XVI в. чуть ниже по течению Ковды существовал Борисоглебский монастырь, ра-

зоренный казанскими татарами в 1539 – 1541 гг. [1]. С открытием здесь соляных источников это место стало называться Новым Усольем, а посад у Хоробардиной горы – Старым Усольем. Их соединяла дорога вдоль Ковды. К 1560-м гг. на месте бывшего монастыря была восстановлена Борисоглебская церковь с кладбищем, рядом располагались варницы и амбары. Старое и Новое Усолье входили в состав города вплоть до конца XVIII в., регулярным екатерининским планом они были оставлены за городской чертой.

В 1540-х гг., после набегов казанских татар, основное городское ядро было решено перенести к реке Сухоне, к пристани на ее повороте. Возведенный острог – укрепление в плане, близкое к квадрату с четырьмя угловыми и четырьмя серединными башнями размерами в плане около 42,5 x 55,5 x 47 x 48 сажень, – подробно описан в Росписи острога [2, с. 154-155]. Он

был окружен с одной стороны Песью Деньгой, с другой – рукотворным Подсоборным рвом. Все говорит о том, что в 1540-х гг. острог стал новым военно-административным и религиозным центром города, вокруг которого заново начинает формироваться Новый посад. Именно тогда посад у соляных источников на Ковде стал именоваться Старым посадом.

Незадолго до появления острога посадским человеком Артемием Саблиным со Старого Усолья на место нынешнего ансамбля Иоанно-Предтеченской и Входаиерусалимской церквей переносится деревянная Ильинская церковь. Сами Саблины селятся неподалеку, место впоследствии стало именоваться Саблиным концом. До сих пор до конца неизвестно, была ли перенесена церковь до 1539 – 1541 гг. (время нападения казанских татар) или позже. По Д.А. Григорову, церковь была перенесена на новый посад до нападения казанских татар

1539 г. и в ходе нападения была сожжена, после чего на этом месте появляется деревянная Иоанно-Предтеченская церковь [1]. П.А. Колесников пишет, что церковь была перенесена при переселении в 1550-х гг. [3], что спорно, так как никаких пожаров в этот период не зафиксировано, а в 1567 г. на этом месте располагалась Иоанно-Предтеченская церковь.

Следует отметить выбранное Саблиными место для строительства Ильинского храма. Это естественная возвышенность, расположенная на удалении от Посада у варниц, от Пробойной дороги, от сухопутной почтовой дороги из Вологды в Устюг. При этом храм просматривается со многих точек города, со всех въездов и даже с реки Сухоны через пойму Песьи Деньги, а также из будущего Спасо-Преображенского монастыря, на нее ориентирована большая Никольская дорога, это и сейчас хорошо читается на местности (рис. 2).



Панорама города с реки Сухоны. У устья р. Песьи Деньги. В центре – Входаиерусалимский храм на месте Ильинской церкви в Саблином конце



Вид с исторического въезда из г. Вологды



Вид из Спасо-Суморина монастыря



Вид со Старой Никольской дороги



Вид с восточной стороны



Вид на Хоробардину гору и церковь Воскресения Христова у варниц

Рис. 2. Сохранившиеся композиционно-видовые связи, заложенные в XVI в. Современная фотофиксация

Следует отметить, что Иоанно-Предтеченская церковь, выстроенная на месте Ильинской в XVI в., одной из первых в городе стала шатровой: на конец XVI в. только три деревянных храма имели шатер – соборная церковь Рождества в остроге, церковь Иоанна Предтечи и Спасо-Преображенский собор, что еще раз подчеркивает сакральную и композиционную значимость данного храма.

Наименование «Саблин конец» могло возникнуть как следствие расположения на удалении относительно центра – Старого посада, а возможно в начале XVI столетия в Тотьме начала складываться административно-территориальная система по типу новгородской, где город был поделен на концы, делящиеся в свою очередь на улицы. Однако в древней топонимике других сведений о делении на концы в Тотьме нет, а определение части городской территории как «конца», кроме Саблина, отсутствует. Возможно, в начале XVI в. такая система только начала складываться, а разорение в 1539 – 1541 гг. казанскими татарами прервало ее развитие и более она не восстанавливалась.

В 1554 г. преподобным Феодосием был основан Спасо-Преображенский монастырь [2]. Место для основания монастыря было выбрано на холмистом мысу при слиянии рек Ковды и Песьи Деньги, так что монастырь оказался относительно и Старого посада, и Нового посада по другую сторону Ковды. Так территория была четко поделена рекой Ковдой на мирскую часть и обособленную религиозную часть.

К концу XVI в. жизнь будущего города концентрируется в треугольнике, созданном этими тремя докусами – промышленным центром в Старом посаде у Варниц, приносящим основной доход городу, торгово-административным и городским религиозным при остроге на Новом посаде и религиозным центром в Спасо-Преображенском монастыре (рис. 3).

В этот период быстро развивается Новый посад: к 1567 г. здесь уже фиксируются 6 деревянных церквей, помимо соборной церкви в остроге. Храмы ставятся узлами, маркируют центры приходов, становятся генетическим каркасом будущего города, а также формируют систему высотных ориентиров. При этом основное внимание уделено тому, как город будет восприниматься с реки – храмы поставлены на рельефе таким образом, что все они просматриваются с реки, образуя сложную ярусную панораму, развивающуюся в глубь посада, передний план которой образуют Троицкая церковь, соборная церковь Рождества и Дмитриевская церковь, затем идет последовательная смена планов с доминирующими церквями, а финальным акцентом в перспективном раскрытии становится шатровая Иоанно-Предтеченская церковь. Организованная именно таким образом панорама уже во второй половине XVI в. говорит о том, что основа пространственно-планировочной структуры города, сохранявшаяся на протяжении всей истории города, складывается на самых ранних стадиях дорегулярного периода, ключевая роль принадлежит в ней храмовому комплексу на Хоробардиной горе у Варниц, острогу на берегу Сухоны и Соборной церкви

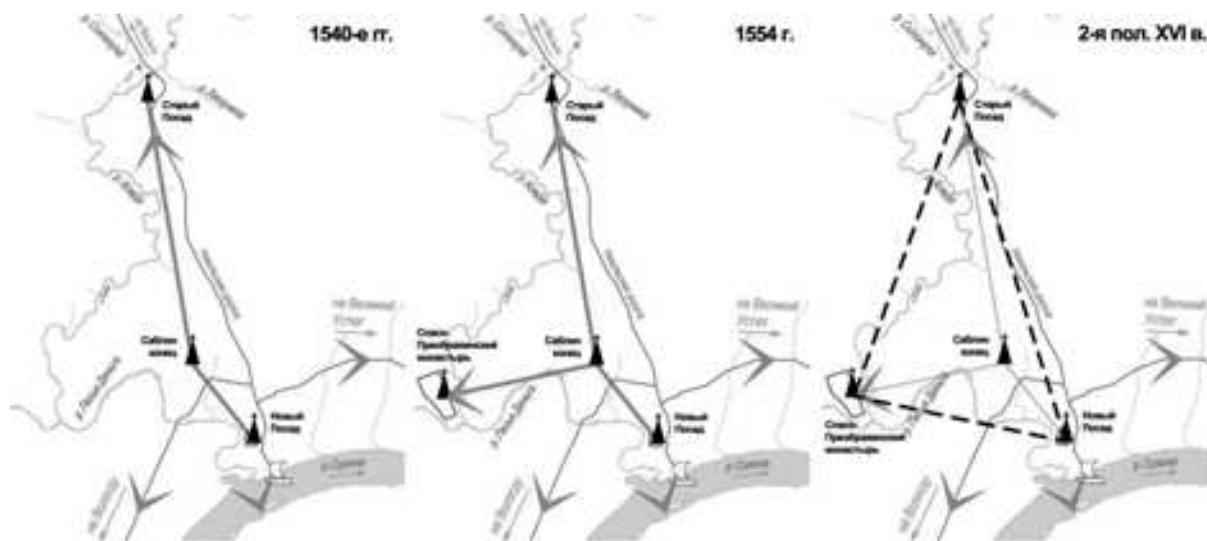


Рис. 3. Схемы сложения основных пространственно-планировочных докусов Тотьмы в XVI столетии

в нем, ансамблю Спасо-Преображенского монастыря, а также Иоанно-Предтеченской церкви в Саблином конце.

Таким образом, на втором этапе (рис. 4) формируется сначала двухчастная, а затем – после 1554 года – трехчастная система основных докусов, состоящая из промышленного центра у варниц на реке Ковде со Старым посадом, военно-административного и религиозного центра на Сухоне при острого с собором, торгом и пристанью на Новом посаде, а также религиозного центра в Спасо-Преображенском монастыре. На этом этапе формируется самый древний элемент дорегулярной структуры – Пробойная дорога – впоследствии основная пространственно-планировочная ось города, основные религиозно-приходские центры с деревянными храмами. Особая роль в формировании ансамбля города принадлежит Саблину концу на естественной возвышенности, куда была перевезена деревянная Ильинская церковь. На самом раннем этапе формирования Нового посада была заложена композиционно-видовая связь между Ильинской церковью и Старым посадом.

Говорить о развитии Старого и Нового посадов в Тотьме в XVII в. можно на основании письменных источников, а именно писцовых и переписных книг 1620, 1623 – 1625, 1646, 1676 – 1679, 1687 – 1688 гг., дозорных книг, различных росписей, прочего актового материала.

В начале XVII в. Тотьма представляла собой небольшой город: в 1620 г. по материалам переписных книг на посаде числилось 197 дворов, в 1625 г. – 219, в 1687–1688 гг. – 164 двора [4]. В крепости и на посаде также числятся 20 церквей, под постройками в 1625 г. писцами зафиксировано около 24,59 га, к концу XVII в. эта цифра почти не изменилась – 24,85 га. Несмотря на переезд многих жителей к реке и активное строительство на берегу Сухоны, Старый посад у варниц продолжал оставаться более богатым и сохранял свою роль градообразующего промыслового центра, об этом говорит описание храмового комплекса: Воскресенская и Никольская церкви по своей архитектуре и внутреннему убранству были среди прочих местных самыми богатыми.

В этот период почти у каждой церкви в городе появляется своеобразная «пара», происходит развитие уже сложившихся комплексов, а новых приходских центров, кроме Рождественского, не возникает. Характерно появление в некоторых комплексах отдельно стоящих колоколен. Общая структура расположения приходских центров остается устойчивой.

Таким образом, третий этап (рис. 5) – XVII в. – характеризуется развитием ранее образованных культовых центров и развитием

дорегулярной планировочной структуры посада в соответствии с ранее определившимися направлениями. Разрастание церковных комплексов обусловило усложнение панорамы города Тотьмы, усиливается ее ярусность и эффект перспективного развития вглубь посада. Старый посад у варниц продолжал сохранять роль главного градоформирующего промыслового центра. Пространственно-планировочная развивающаяся структура Нового посада представляла собой в плане сочетание порядковой (в восточной части) и центрической (в районе Саблина конца) систем планировок. В писцовой книге 1676–1679 г. уже описывается только «место, где острог был», что фиксирует упадок острога концу XVII в., утрату им оборонной функции, он становится религиозным центром, там начинают строиться каменные культовые сооружения.

Вид города Тотьмы конца XVII в. представлен на офорте с рисунка путешественника Корнелия де Брюина, проезжавшего Тотьму в 1701 г. (рис. 6). Это единственный графический источник. Однако на нем Тотьма представляется нам весьма непохожей. Вероятно, рисунок был сделан во время высокой воды, так как плохо читается расположение города на высокой береговой террасе, плохо читается и Соборная гора. Однако соотнести абрисы храмов, составляющие силуэт города с реки, с описаниями писцовых книг вполне возможно: на первом плане два храмовых комплекса – в Троицкой Зеленской слободе и на Соборной горе.

XVIII столетие в Тотьме характеризуется ростом капитала, что приводит во второй половине века к масштабному каменному культовому строительству.

Наиболее точным источником сведений о планировке города в конце XVIII в., как и для большинства городов Российской империи, служит топографическая основа конформированного при Екатерине II регулярного плана [5]. Данная топографическая съемка обладает детальной проработкой, позволяет судить не только о направлениях улиц и местоположении основных сооружений, но и об общем характере отдельных планировочных узлов. Опыт наложения данного плана на современную топографическую съемку Тотьмы показал хорошие результаты и возможность использовать ее как ценный источник информации для реконструкции. Менее подробными, но от этого не менее интересными, являются также планы конца XVIII в., выполненные в ходе подготовки к обширной градостроительной реформе по введению регулярных планов городов [6–8].

Также особый интерес представляет план части города Тотьмы 1767 г. [4] (рис. 7). Он выполнен не на базе съемки, в его основе скорее лежит

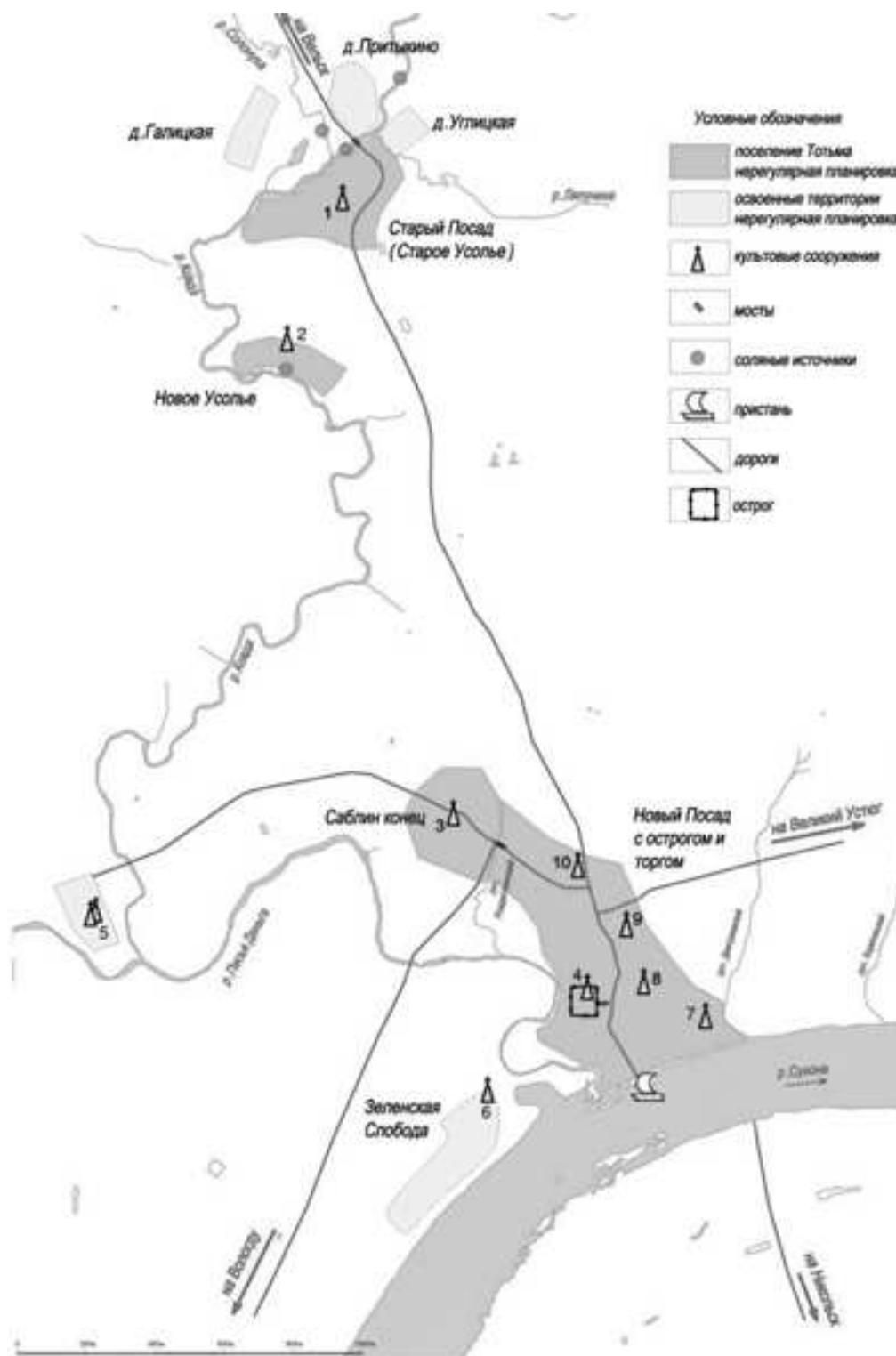


Рис. 4. Ретроспективный анализ развития территории города.

Этап 2. Освоение территории на конец XVI века:

Церкви деревянные: 1 – церковь Никольская на Старом посаде; 2 – Борисоглебская церковь на месте бывшего монастыря; 3 – церковь Иоанна Предтечи; 4 – соборная церковь Рождества Богородицы; 5 – Спасо-Преображенский собор с колокольней в Спасо-Преображенском монастыре; 6 – Троицкая церковь; 7 – Дмитриевская церковь; 8 – Афанасьевская церковь; 9 – Георгиевская церковь; 10 – Климентовская церковь

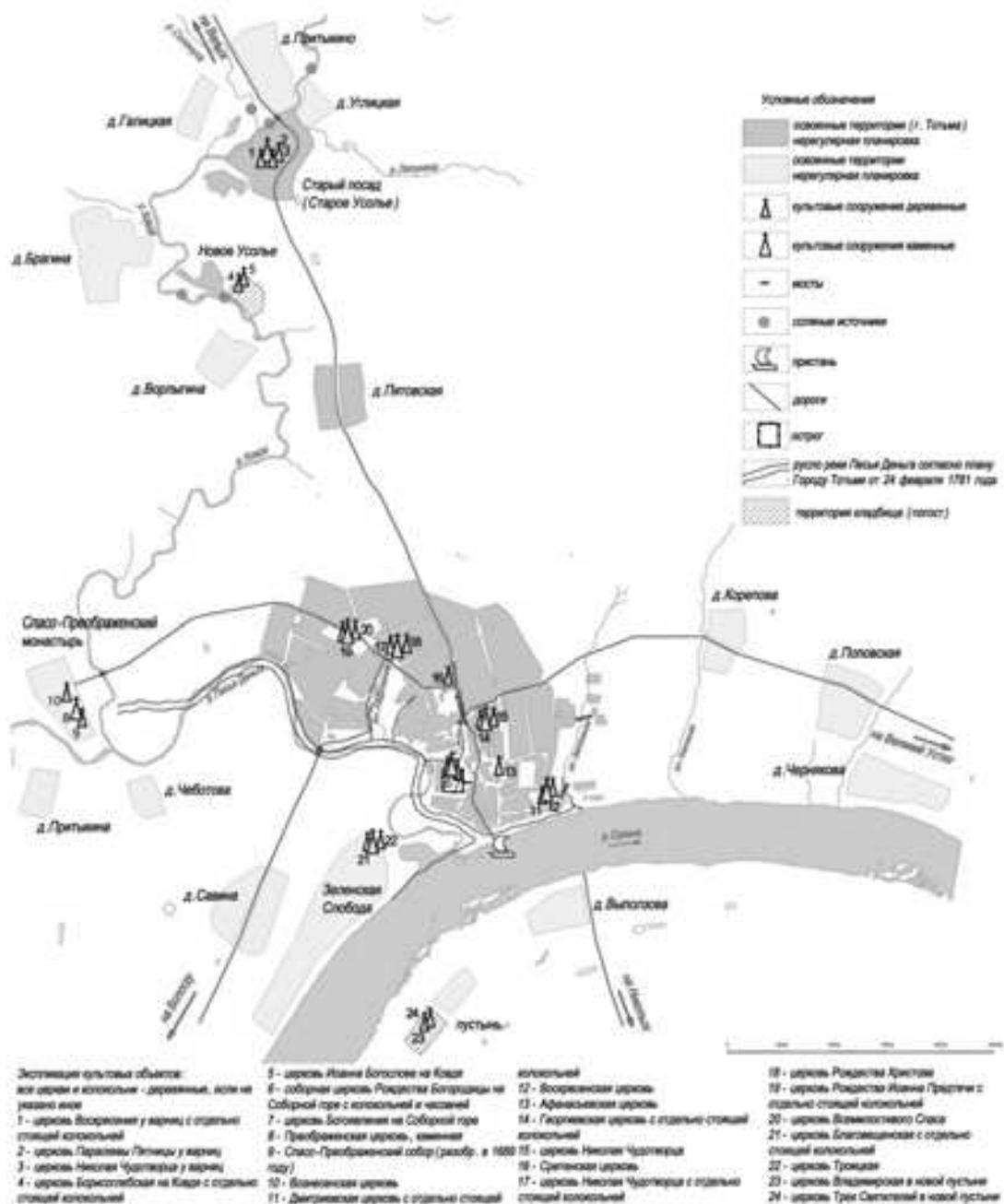


Рис. 5. Ретроспективный анализ развития территории города. Этап 3: Освоение территории на конец XVII века

условная прямоугольная система координат, т. е. улицы между собой пересекаются под прямыми углами, кварталы застройки имеют правильные прямоугольные очертания. Несмотря на это данный план, в отличие от всех предыдущих, более информативен по расположению построек и общей структуре, так как достаточно подробно и сопровождается детальным описанием. На нем показаны 10 каменных церквей, а также воевод-

ский двор, воеводская канцелярия с подушной палатой, тюремный острог, пороховой погреб, питейный податочный двор и питейный дом, солдатский двор, обывательские дворы и торговые лавки с площадью. Согласно переписи, прилагаемой к данному плану, в Тольме к 1767 г. на посаде насчитывалось 12 церквей, из которых 10 каменных, 288 дворов, все деревянные, из них 1 архиерейский, 1 воеводский, 236 купеческих, 24

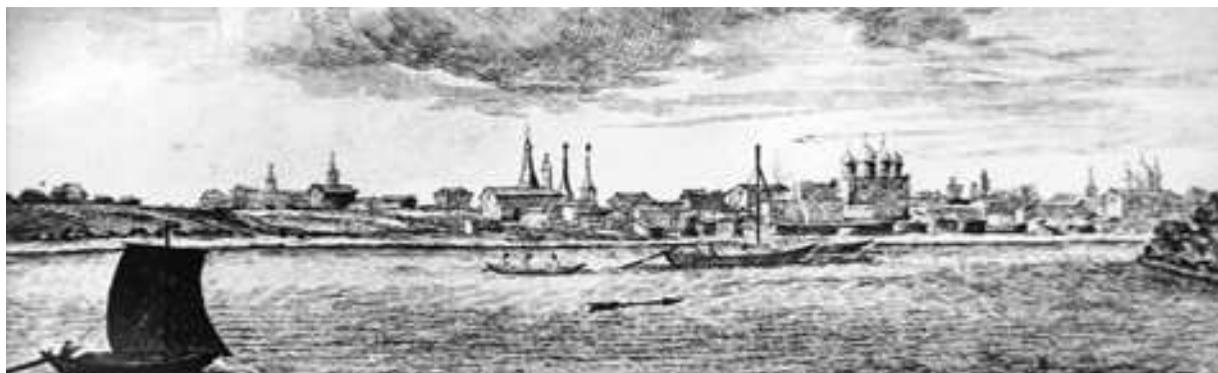


Рис. 6. Вид города Тотьмы конца XVII в. Офорт с рисунка путешественника Корнелия де Брюина. Источник – Корнелий де Брюин «Путешествия по Московии, Персии и Индии». Амстердам. 1718 г. Копия хранится в фондах МБУК «Тотемское музейное объединение»



Рис. 7. План города Тотьмы 1767 г. с примечаниями из альбома 1764–1775 гг. РГИА ф.1399, оп. 1, д. 290: Церкви каменные: А – соборная Богоявления Господня; Б – Святителя Дмитрия Ростовского и над ней колокольня; В – Успения Богородицы; Г – Воскресения Христова; Д – Апостолов Петра и Павла; Е – Успения Богородицы; Ж – Великомученика Георгия; С – Священномученика Климента; З – Благовещения Богородицы; И – Святой Троицы; Й – двор воеводский; К – воеводская канцелярия с подушной палатой; Л – тюремный остров; М – пороховой погреб; Н – питейный податочный двор и питейный дом; О – двор солдатский; П – двory обывательские; Р – торговые лавки с площадью; С – река Сухона; Т – речка Песья Деньга

поповских, 10 канцелярских служащих, 16 солдатских, также в городе указано наличие 19 улиц и переулков, но на плане они не подписаны; на Троицкой стороне значатся – 2 деревянные церкви, 42 купеческих двора, 2 поповских, 3 канцелярских служащих; на Старом посаде у Варниц – 2 церкви, одна из которых каменная, 62 двора купеческих, 4 поповских с причтом; близ того посада на Новом Усолье указаны 2 деревянные церкви и 2 поповских двора.

На основании анализа вышеперечисленных планов и имеющихся статистических данных можно сделать вывод о росте посада в XVIII в. почти в два раза: в конце XVII в. городской земли под дворами насчитывалось около 25 га [4], в конце XVIII в. – около 49 га [8]. Вся застройка продолжала оставаться исключительно деревянной.

Большая часть застройки и многие деревянные церкви были утрачены при большом городском пожаре 1743 г., тогда же сгорели остатки обветшавшего острога. После этого в городе началось обширное каменное культовое строительство, утраченные храмы в дереве более не восстанавливались.

До пожара 1743 г. в камне были отстроены только три храма – Спасо-Преображенская церковь в соответствующем монастыре (1685 – 1689 гг., до нас это здание дошло почти полностью перестроенным), Церковь Иоанна Предтечи в бывшем Саблином конце (1738 г.) и Михаило-Архангельская церковь рядом с Георгиевской (1739 г., разобрана после пожара 1843 г.). То есть до пожара два каменных храма было на посаде и один в монастыре. Любопытно, что на посаде первой в камне была отстроена Иоанно-Предтеченская церковь, точно так же когда-то первой на посаде именно на этом месте была поставлена Ильинская деревянная церковь. Это может еще раз указывать на сакральность и важность этого места в смысловой и ландшафтно-архитектурной топографии Тотьмы.

Богоявленский собор, находившийся в остроге и тоже сгоревший, одним из первых восстановили в камне. Естественная возвышенность, на которой находился собор и острог, стала именоваться Соборной горой, позже Красной горкой, а это место традиционно сохраняло значение городского центра – но теперь уже парадного центра и центра духовной жизни горожан. Городской торг, издревле располагавшийся напротив острога, продолжал там существовать, занимая часть Пробойной улицы и площадь у Афанасьевской церкви.

Результат 60-летнего энергичного культового строительства можно увидеть на панораме города Тотьмы начала XIX в. (рис. 8), где храмы создают сложный силуэт, ярусный, развивающийся вглубь посада, а оттого плановый. В этом и есть основная особенность Тотемской панорамы – она не распространяется вдоль реки (длина ее по реке не так уж велика), а развивается вглубь посада, создает эффект пространственной глубины.

Панорама и топографическая основа регулярного плана 1781 г. очень хорошо иллюстрируют, что пространственные отношения города и особенности его силуэта в целом, определившие на века индивидуальность и специфику облика города, сложились в дорегулярный период. Панорама Тотьмы на гравюре начала XIX в. открывается со стороны реки. На высоком живописном берегу возвышаются над деревянным городом величественные белые храмы с изящными верхами, ярусными стройными колокольнями, где главный собор не доминирует над всеми, подавляя и подчиняя остальные, а находится в гармоническом с ними созвучии. Достойным фоном им служит масштабная деревянная застройка центра и классицистический особняк Холодолова. Именно храмы, их барочные силуэты – главный элемент, вносящий в облик Тотьмы редкое своеобразие.



Рис. 8. Вид города Тотьмы начала XIX в. Оттиск с гравюры. Хранится в фондах МБУК «Тотемское музейное объединение»

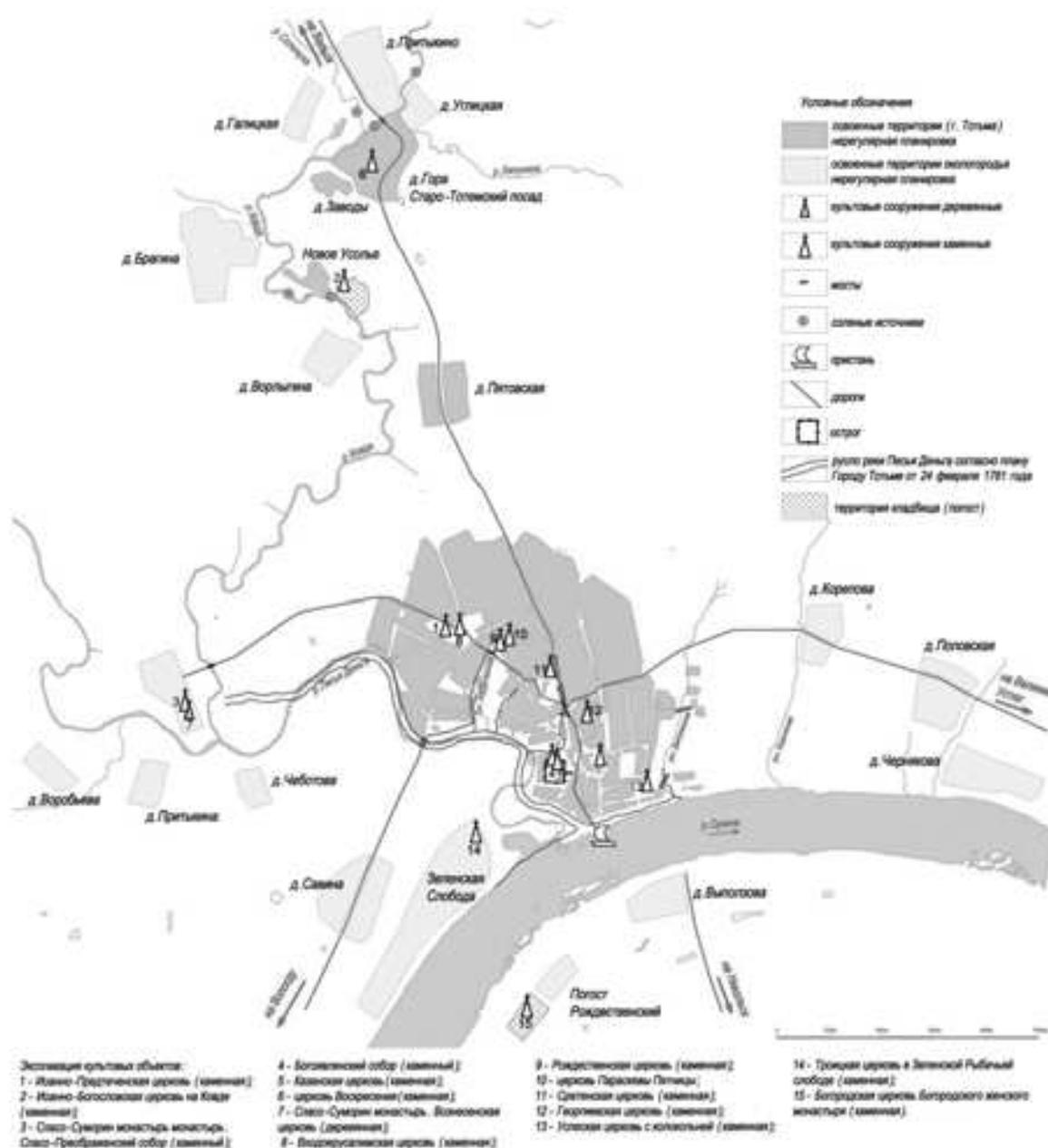


Рис. 9. Ретроспективный анализ развития территории города. Этап 4. Освоение территории на конец XVIII века

К концу XVIII в. город насчитывал 596 дворов, общая территория города составляла 62,59 га [8].

Таким образом, четвертый этап (рис. 9) – XVIII в. – завершающий этап в формировании дорегулярной планировочной структуры города. Характеризуется ростом территории посада, сохранением двухчастной системы центров Старый посад у варниц – Новый посад на Сухоне, а также обширным каменным культовым строительством, появлением и развитием стилистики тотемского провинциального барокко.

К концу XVIII в. сложилась характерная сложная панорама города с величественными храмами тотемского барокко, развивающаяся не вдоль реки, а вглубь посада, создавая уникальное видовое перспективно-плановое раскрытие города. В 1781 г. в Тотьме был конформирован регулярный план, в котором нашли отражение дорегулярные элементы планировочной структуры исторического ядра Тотьмы, которая была этим планом не столько изменена, сколько упорядочена.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Григоров Д.А. Тотма и ее окрестности. 1915–1929 гг. Электронная версия книги на сайте Вологодской областной универсальной научной библиотеки им. Бабушкина <https://www.booksite.ru/fulltext/1to/tma/alm/ana/8.htm>.

2. Савваитов П.И. Описание Тотемского Спасо-Суморина монастыря и приписной к нему Дедовской Троицкой пустыни: сост. в 1849 г. Вологда: Типография Товарищества «Знаменский и Цветков», 1911. 48 с.

3. Колесников П.А. Город Тотма в XVII веке: (К вопросу о социально-экономической истории русского поморского города): дис. ... канд. ист. наук [Электронный ресурс] <https://www.booksite.ru/fulltext/tot/maf/ree/8.htm>. Дополнения к актам историческим, собранные и изданные археографической комиссией: в 12 т. СПб., 1846–1872. Т. 6. 1857.

4. План города Тотмы 1767 года с примечаниями из альбома 1764–1775 гг. Геометрический специальный план города Тотмы со всеми кладбищами одного города, построенными дворами. 1782 год. Российский государственный исторический архив ф.1399, оп. 1, д.290.

5. План городу Тотме, 1781 год. Полное собрание законов Российской империи. Книга чертежей и рисунков (планов городов) / Составитель: Сперанский М.М. СПб: Типография II Отделения Собственной Его Императорского Величества канцелярии 1830. Собрание первое. Т. 21. 1070 с.

6. Геометрический специальный план города Тотмы со всеми кладбищами одного города, построенными дворами. 1782 г. Российский государственный архив древних актов ф.1356, оп.1, д.598.

7. План города Тотмы с поселенными при нем слободами. Б/Д (по характеру планировки – конец XVIII в.), Геометрический специальный план города Тотмы со всеми кладбищами одного города, построенными дворами. 1782 год. Российский государственный архив древних актов ф.1356, оп.1, д.596.

8. Геометрический специальный план вологодского наместничества уездного города Тотмы со всеми к нему принадлежащими землями заселенными и не-

заселенными. 1789 год. Геометрический специальный план города Тотмы со всеми кладбищами одного города, построенными дворами. 1782 год. Российский государственный архив древних актов ф.1356, оп.1, д.599.

REFERENCES

1. Grigorov D.A. Tothma and its surroundings. 1915–1929 Electronic version of the book on the website of the Vologda Regional Universal Science Library by Babushkin <https://www.booksite.ru/fulltext/1to/tma/alm/ana/8.htm>.

2. Savvaitov P.I. Description of the Totem Spaso-Sumorin Monastery and the Dedrov Trinity Desert attributed to it: Sost. in 1849 – Vologda: The Printing House of the Banner and Tsvetkov Fellowship, 1911. 48 s.

3. Kolesnikov P.A. City of Tothma in the 17th century: (To the question of the socio-economic history of the Russian Pomeranian city): Dees. ... Kand. East. Science/Electronic Resource: <https://www.booksite.ru/fulltext/tot/maf/ree/8.htm>.

4. The plan of the city of Totma in 1767 with notes from the album 1764–1775 g Geometric special plan of the city of Totma with all the cemeteries of the city, built yards. 1782. Russian State Historical Archives of Ancient Acts F.1399, Op.1, D.290.

5. Plan to the city of Tothme, 1781. A complete collection of the laws of the Russian Empire. Book of drawings and drawings (city plans). Compiler: Speranskyi M.M. St. Petersburg: Printing House II of His Imperial Majesty's Own Office 1830. T. 21, 1070 s.

6. Geometric special plan of the city of Totma with all the cemeteries of the city, built yards. 1782. Russian State Archives of Ancient Acts F.1356, Op.1, 598.

7. The plan of the city of Totma with the suburbs settled with it (in terms of the layout – the end of the 18th century), Geometric special plan of the city of Totma with all the cemeteries of the city, built yards. 1782. Russian State Archives of Ancient Acts F.1356, Op.1, d.596.

8. Geometric special plan of the Vologda governorship of the county town of Totma with all the lands belonging to it inhabited and uninhabited. 1789. Russian State Archives of Ancient Acts F.1356, Op.1, D.599.

Об авторе:

СИДОРОВА Алёна Викторовна

аспирант кафедры реконструкции и реставрации архитектурного наследия Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 главный архитектор проекта ООО «Валбэк-ру» 160000, Россия, г. Вологда, ул. Пречистенская Набережная, 14 E-mail: alen_1591@mail.ru

SIDOROVA Alena V.

Postgraduate Student of the Reconstruction and Restoration of the Architectural Heritage Chair Samara State Technical University Academy of Architecture and Civil Engineering 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244 Chief architect of the project LLC “Valbek-ru” 160000, Russia, Vologda, Prechistenskaya Naberezhnaya, 14 E-mail: alen_1591@mail.ru

Для цитирования: Сидорова А.В. Развитие дорегулярной пространственно-планировочной структуры города Тотмы // Градостроительство и архитектура. 2021. Т.11, № 1. С. 132–142. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.01.18. For citation: Sidorova A.V. Evolution of the Pre-regular Spatial and Planning Structure of the Town of Totma. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2021, vol. 11, no. 1, Pp. 132–142. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2021.01.18.

В. Д. ФИЛИППОВ**ПРАКТИКА МОДЕРНИЗМА ИРВИНГА ДЖОНА ГИЛЛА****PRACTICE OF IRVING JOHN GILL MODERNISM**

Работа посвящена творчеству Ирвинга Джона Гилла в период его расцвета, а затем в условиях, когда открытые им принципы модернизма, из-за отсутствия в США потребности общества в новой архитектуре, оказались в этой стране не нужны – с 1909 г. до его смерти в 1936 г. Описаны новые технологии, применённые Гиллом при возведении общественных и жилых зданий из бетона, его неудачное участие в Панамско-Калифорнийской всемирной выставке 1915-1916 гг. и строительстве возле Лос-Анджелеса «идеального» города Торранс, а также реализованные в конце жизни проекты. Обсуждаются причины, по которым Гилл не стал лидером американской и одним из лидеров мировой архитектуры и его творчество до сих пор вызывает споры.

Ключевые слова: Южная Калифорния, модернизм, Терраса Белла Виста, дом Доджа, двор Горацио Уэста, железобетон, подъём поворотом, Панамско-Калифорнийская выставка, город Торранс, Адольф Лоос, Рихард Нойтра

В предыдущей работе автора [1] описано начало творческого пути Ирвинга Гилла, рассмотрены влияния и обстоятельства, что привели к возникновению в его работах принципов новой архитектуры и нового стиля, которые, при взгляде на них с исторической дистанции, можно назвать полноценным модернизмом. Здесь будут обсуждены его работы, с 1909 г. до конца жизни – в периоды, когда его принципы получили максимально возможное воплощение в практике и когда они потеряли свою актуальность у заказчиков.

Новое строительство Ирвинга Джона Гилла

Южная Калифорния в начале XX в. представляла собой «край Америки», т.е. глубокое захолустье, где общественному запросу на новые формы архитектуры, как это произошло в Германии 1920-х гг., просто негде было возникнуть. И в таких условиях, помимо благих намерений мастера, главнейшую роль сыграли меценаты, которые были в состоянии эти новые формы воспринять. Первым из них был приехавший в Сан-Диего из Массачусетса Рассел Карпентер Аллен (1859–1927), заказавший для

The article is devoted to the work of Irving John Gill during his heyday, and then in conditions when the principles of modernism discovered by him, due to the lack of society's need for new architecture in the United States, were not needed in this country – from 1909 until his death in 1936. New technologies used by Gill in the construction of public and residential buildings from concrete are described as well as his unsuccessful participation in the Panama-California World Exhibition of 1915-1916, the construction near Los Angeles of the “ideal” city of Torrance and end-of-life projects. The reasons why Gill did not become the leader of the American and one of the leaders of world architecture are discussed, and his work is still controversial.

Keywords: Southern California, modernism, Bella Vista Terrace, Dodge House, Horatio West Court, reinforced concrete, tilt-up, Panama-California Exhibition, City of Torrance, Adolf Loos, Richard Neutra

себя первый в истории архитектуры модернистский жилой дом [1], а главным соратником Гилла в новых формах архитектуры стала Элен Браунинг Скриппс (1836–1932).

Первым публичным зданием в новых формах стала Первая церковь Христианской науки, заказанная церковной общиной. Она была построена в 1909–1910 гг. из монолитного железобетона. Кубические формы слились в один архитектурный образ с чертами калифорнийских миссий, а стеклянный купол-витраж наполнил здание светом (рис. 1).

В 1909 г. Элен Скриппс с сестрой Вирджинией по просьбе пастора Епископальной церкви Лос-Анджелеса Джонсона выкупили участок земли в Ла-Холья на северо-западе Сан-Диего и выделили деньги на строительство церковной школы-интерната для девушек. Девизом выбрали «*Simplicitas, Serenitas, Sinceritas*» (латынь: Простота, Безмятежность, Чистота) [3]. Ранее на средства Элен Скриппс Гилл построил Морскую биологическую станцию имени её покойного брата Джорджа, формы станции [1] следовали этому девизу, и, видимо, поэтому он получил заказ на проектирование. Первое здание, Скриппс-Холл, было построено в 1910 г.



Рис. 1. Первая церковь Христианской науки, 1909-1910 гг. арх. Ирвинг Джон Гилл: общий вид, фрагмент интерьера [2] и купол-витраж (фото 2000 г., Friends of San Diego Architecture)

В 1912 г. – возведен Бентам-Холл (в честь первой настоятельницы Анны Бентам) (рис. 2), а завершено строительство в 1916 г. – построено здание Гилман-Холл в честь второй настоятельницы Маргарет Гилман; к этому времени племянник Гилла, Луис, стал его партнёром [4] (рис. 3).

Также благодаря мисс Скриппс Гилл построил для города Женский клуб Ла-Холья (1914) и Общественный дом (Community House, 1915 г., сегодня Центр отдыха Ла-Холья) с прекрасно оборудованной игровой площадкой для детей, которая включала бейсбольное поле, волейбольное поле, три теннисных корта и детский бассейн. Здания предназначались для встреч и общения (как для женщин, так и для всех жителей Ла-Холья) и потому имели сходное архитектурное решение, где арки были главным средством выразительности. Основные объёмы, где размещались актовые залы и клубные комнаты, были накрыты низкими крышами, намекавшими на «истинно американский» стиль прерий (рис. 4, 5). Оба здания возводились по новой технологии монтажа бетонных плит поворотом (tilt-slab), которую Гилл купил в 1912 г. у обанкротившейся компании Роберта Эйкена с расчётом широкого использования в постройке жилья. Суть её заключалась в отливке в наклонном положении стен из железобетона вместе с металлическими окнами и дверными рамами, их чистовой обработке и затем подъёме почти готовой стены специальными механизмами в вертикальное положение. Эта была исторический прообраз панельного домостроения.

Первый такой дом Гилл построил в конце мая 1913 г. для Сары Кларк [5], а затем использовал её как при строительстве Женского клуба и Общественного дома (рис. 5), так и при постройке последующих жилых зданий из железобетона.

Из жилых зданий, построенных в 1911 г., выделяются решённые кубическими объёмами дома Генри Тимкена [1] и Пола Мильтмора (рис. 6).

Настоящим примером для будущего европейского модернизма стала работа 1910 г. – для Фреда Льюиса из Кливленда, заказавшего

в Сьерра-Мадре гостевой двор, названный Двор Льюиса или Терраса Белла Виста (рис. 7). По исходному плану двор включал 12 домов (рис. 8), но в 1910 г. построили только 8 (северная и западная стороны), затем строительство по плану Гилла продолжено не было, а в 1925-м и далее в 1947–1954 гг. двор был застроен с максимально возможной плотностью.

Дом представлял собой минимальный куб с пристроен открытой лоджии арками во двор. Здесь было всё необходимое, включая большую кухню и камин в гостиной, отчего он стал несомненным прообразом «объективного дома» в Веймарской Германии [7].

В центре общего двора была расположена большая пергола, возле неё – площадка для крокета, это было общественным пространством, к которому от личного пространства двора каждого дома был предусмотрен прямой доступ по бетонным дорожкам.

Панамско-Калифорнийская выставка и братья Олмстед

В связи с запланированным на 1914 г. открытием Панамского канала, властями Сан-Диего в начале 1910 г. было решено провести в 1915 г. посвящённую этому событию международную выставку. Задача была непростой: население Сан-Диего составляло в 1910 г. 39578 чел., Лос-Анджелеса – 319198, Сан-Франциско – 416912, поэтому Сан-Франциско, когда его власти также решили проводить по этому поводу выставку, предложил Сан-Диего, от своей затеи отказаться. Не было поддержки и на федеральном уровне, но власти Сан-Диего проявив упорство, стали финансировать проведение выставки из местных пожертвований. Советом директоров выставки её Генеральным директором был назначен Дэвид Колбер, а главным архитектором – Ирвинг Джон Гилл. Колбер выбрал место её проведения, а также её архитектурный стиль «Возрождение миссии» и тему «Прогресс человечества» [8].

В ноябре 1910 г. к участию в подготовке выставки как ландшафтные архитекторы



Рис. 2. Епископская школа в Ла-Холья, арх. Ирвинг Джон Гилл: Скрипс-Холл (фото 1910 г.); Скрипс-Холл и Бентам-Холл с часовней и колокольней (фото 1912 г.) [3]



Рис. 3. Епископская школа в Ла-Холья, арх. Гилл и Гилл: Гилман-Холл (фото 1940-х гг., Ryerson & Burnham Archives) и общий вид школы с высоты (фото 1920-х гг., Bishop's School)

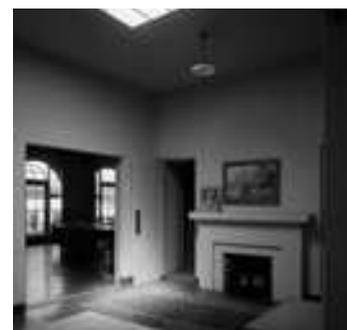


Рис. 4. Женский клуб Ла-Холья, 1914 г., арх. Ирвинг Джон Гилл: вид на центральный вход и фрагмент интерьера (фото 1971 г., The Library of Congress)



Рис. 5. Общественный дом Ла-Холья, 1915 г., арх. Ирвинг Джон Гилл (фото 1920-х гг., lajollalight.com) и технология tilt-slab (монтаж поворотом) (1914 г., UC-Santa Barbara Architecture and Design Collections)



Рис. 6. Дома Генри Тимкена младшего и Пола Мильтмора, 1911 г., арх. Ирвинг Джон Гилл [6]



Рис. 7. Терраса Белла Виста, Сьерра-Мадре, 1910 г., арх. Ирвинг Джон Гилл: вид двора и реализованная планировка (The Library of Congress)

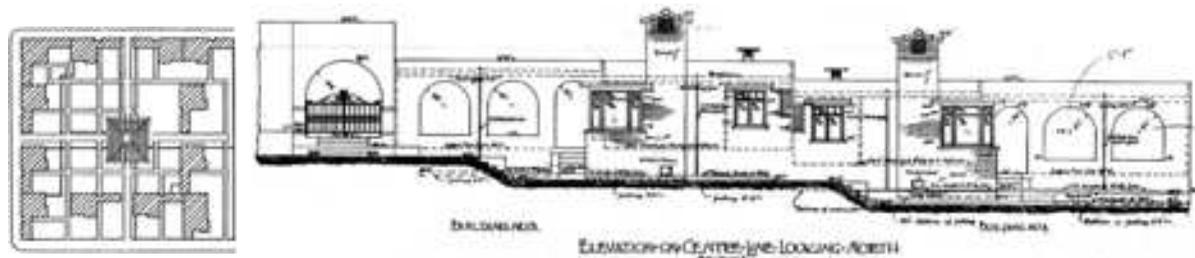


Рис. 8. Терраса Белла Виста, 1910 г., арх. Ирвинг Дж. Гилл: первоначальный план (The Library of Congress) и расположение домов №3 и №4 (UC-Santa Barbara Architecture and Design Collections)

были приглашены братья Олмстед. Их представление решения выставки заключалось в максимальном использовании существующих особенностей рельефа местности и местных растений, устойчивых к засухе, особенности Калифорнии. Видимо, посчитав скучным стиль «Возрождения миссии» Гилла, Олмстеды в декабре встретились с архитектором Бертрамом Гудхью в Нью-Йорке, обсудив возможность обогащения архитектурного стиля выставки. Гудхью был известен как автор книги «Испанская колониальная архитектура в Мексике», выпущенной в 1902 г., и автор Церкви Святой Троицы 1905 г. в Гаване в стиле чурригереско (позднее барокко с обилием архитектурных

украшений, настоящий «кондитерский стиль», получивший в Мексике, помимо Испании, наибольшее распространение). Возможно, они планировали в итоге получить нечто среднее, но реальность оказалась иной. По протекции Олмстедов в начале 1911 г. Гудхью стал главным архитектором выставки, а Гилла обязали оказывать ему всяческое содействие. К лету 1911 г. очередь дошла до самих Олмстедов: Гудхью решил перенести здания выставки из юго-западной части парка, что сохраняло живописный исходный ландшафт, на возвышенность в центре, что приводило к его уничтожению. Когда Гудхью убедил Совет директоров выставки проголосовать за перенос экспозиции и об

этом уведомили Олмстедов, 2 сентября 1911 г. они отказались от дальнейшего участия в работах. Вскоре после них уволился Гилл – формально из-за использования некачественных строительных материалов, а реально из-за уничижительного положения наблюдателя за чужим строительством [9]. Единственным объектом выставки, где очевидно влияние Гилла, стал мост, построенный после его ухода директором строительства Фрэнком Алленом (инженер Томас Хантер), ни до, ни после не строившим мостов, полностью отличавшийся от всех сооружений выставки [10] (рис. 9).

Насколько Колумбийская выставка 1893 г. оказала влияние на архитектуру США, настолько Панамско-Калифорнийская выставка 1915-1916 гг. повлияла на всю архитектуру Калифорнии. В 1916 г. выставка стала международной – приняли участие Бразилия, Канада, Франция, Германия, Италия, Нидерланды, Россия и Швейцария. По законам эклектики Россия за-

нимала одно здание с Бразилией, что явственно выразилось в его внешнем виде. Гилла на строительстве заменил приехавший из Нью-Йорка чертёжник Гудхью Карлтон Уинслоу. Влияние Гудхью на общество Сан-Диего оказалось настолько всеобъемлющим, что даже мисс Эллиен Скриппс, ценившая «чистоту, безмятежность и простоту» и не один год поддерживавшая Гилла, заказала Уинслоу в 1916 г. в Епископской школе новую часовню, а в 1930 г. новую колокольню – вместо построек Гилла, которые были снесены.

Одной из реликвий так неудачно сложившегося сотрудничества Гилла с Олмстедами стал дом Мэрион Олмстед в Сан-Диего, рисунок которого был размещён в заголовке его манифеста «Дом будущего» [11] (рис. 10). Этот дом не был построен (участок в 1912 г. был продан). Однако братья Олмстед партнёры с Гиллом не забыли и при первой же возможности вновь пригласили его к сотрудничеству.



Рис. 9. Панамско-Калифорнийская выставка 1915-1916 гг.: Мост Кабрильо, арх. Фрэнк Ф. Аллен (1916, Alberture Company) и Здание округов Южной Калифорнии, арх. Б. Гудхью (Museum of Photographic Arts)



Residence for Miss Marion Olmsted, San Diego: Irving J. Gill, architect: Typical of the new architecture of the West.

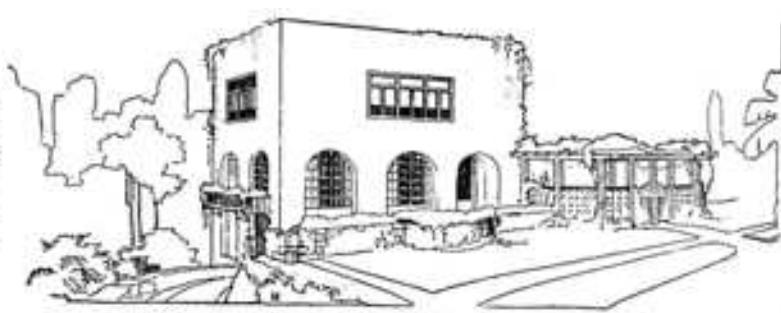


Рис. 10. Мэрион Олмстед (nps.gov) и рисунок её дома в Сан-Диего, 1911 г. арх. Ирвинг Джон Гилл [11]

Когда Джон Олмстед всё ещё боролся за свой проект Панамско-Калифорнийской выставки, его брат Фредерик Лоу младший встречался в Массачусетсе с представителями Земельной компании Домингеса Джаредом Торрансом (1853-1921), решившего построить у Лос-Анжелеса индустриальный город. Итогом их встреч и обсуждений стало подписание братьями в конце 1911 г. контракта на разработку планов и требований к инфраструктуре. К тому времени предварительный план города уже был готов. На основании всех известных достижений градостроительства братья Олмстед спроектировали пешеходный город с промышленными, коммерческими и жилыми районами, расположенными в разделённых зонах, рассчитанный на население 15000 человек [12]. В начале 1912 г. пяти архитекторам было предложено дать свои суждения по его облику, а в апреле 1912 г., с учётом оценок Фредерика Лоу Олмстеда и после экскурсии по выполненным работам Гилла (вероятно, в первую очередь по Террасе Белла Виста) для вице-президента компании Генри Синклера и её главного инженера по строительству Ральфа Беннета, Ирвинг был назначен главным архитектором города, затем получившего в честь своего основателя имя Торранс [13].

Торранс (рис. 11) был задуман как идеальный город для рабочего класса: в шаговой доступности располагались рабочие места и места

отдыха и покупок – экономия на транспортных расходах; жилые районы были с наветренной стороны – исключение вредного действия выбросов предприятий; жилые дома рассчитаны на одну семью с обязательным садом на участке; в каждом предусмотрен был весь набор городских удобств: водопровод, канализация, электричество и телефон – кабели при этом в трубах под землёй; выполнено плановое живописное озеленение улиц и бульваров (в первые годы высажено 100000 деревьев). Причины появления идеи этого города были не только в убеждении Джаредом Торрансом, что «человек, у которого есть воздух, которым можно дышать, у которого есть хороший дом и приятная обстановка, приходит утром на работу в лучшем состоянии, чтобы решать задачи, которые от него требуются» [12], но и в событиях 1910 г. в самом Лос-Анджелесе.

Первого октября анархисты взорвали здание газеты «Лос-Анджелес Таймс», яростной борющейся с профсоюзным движением, при этом погибло 21 и было ранено более 100 человек, а в декабре под Рождество была взорвана штаб-квартира металлургической компании Llewellyn Iron Works, но по счастливой случайности был ранен только охранник. «Нет свидетельств, что Торранс разделял веру некоторых капиталистов, что ипотека предотвратит забастовки, удерживая рабочих в своего рода долговом рабстве» [12], но достижение в его иде-

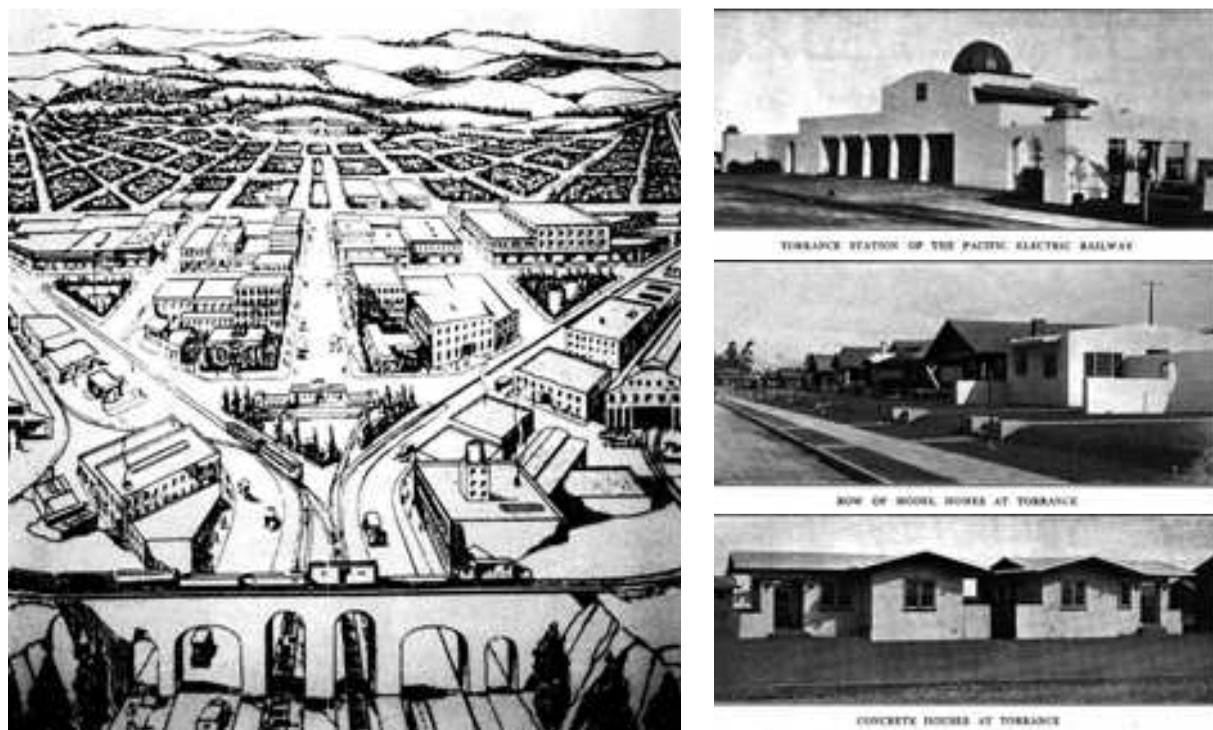


Рис. 11. План города Торранс, рисунок К. Нельсона и Дж. Райта, на развилке в центре – станция Pacific Electric, на переднем плане – мост Гилла (1926) [12] и его здания, построенные в городе (1913) [14]

альном городе социального мира несомненно было одной из главных его целей. В статье о городе было сказано: «В Лос-Анджелесе есть человек, как учёный, так и капиталист, который твердо убежден в том, что без хороших домов мы не сможем найти эффективных в промышленном или моральном отношении людей; что самый ценный гражданин – это тот, кто владеет собственным домом в приятной обстановке, но недалеко от места, где он зарабатывает себе на жизнь» [14]. Поэтому дома здесь были на одну семью и условия для приобретения их в собственность были благоприятными, а аренда затруднена. Для сохранения «приятной обстановки» были введены ограничения, которые сам Торранс назвал «довольно сильно наступающими на пятки Конституции Соединенных Штатов» [12]: стоимость участков земли была заморожена; введён запрет на их использование в любых целях, кроме строительства жилья; даже домашний скот рекомендовано разводить не ближе 30 футов от границы участка; строительство было запрещено без предварительного представления его плана компании на утверждение; введен запрет на любые места продажи спиртных напитков и на саму их продажу. При нарушении запретов компания была вправе конфисковать участок и всё построенное на нём в свою пользу. Также для проверок наличия нарушений компания имела право на доступ в любую собственность.

Однако радужные перспективы города всем казались очевидными, особенно в связи с предстоящим открытием в 1914 г. Панамского канала, обещавшего приток иммигрантов из Европы и других частей света [14]. Место его строительства находилось примерно в 20 милях от Лос-Анджелеса, и 28 апреля 1912 г. «Лос-Анджелес Таймс» объявила об открытии в городе мастерской Ирвинга Джона Гилла. С этого времени Лос-Анджелес стал основным местом его работы и жизни – в Сан-Диего остался племянник Луис Гилл, получивший в 1911 г. архи-

тектурное образование и возглавивший здесь его мастерскую. В это время у него уже работал Фрэнк Ллойд Райт младший (или просто Ллойд Райт), с 1911 г. работавший у братьев Олмстед и ставший у Гилла ландшафтным архитектором. Первым спроектированным и построенным зданием стала станция железной дороги Pacific Electric, занимавшая в городе ключевое положение (рис. 11, 12). Были спроектированы и построены отели, коммерческие здания, а также шинный завод и обувная фабрика (рис. 12).

Корпоративный город официально открылся 28 октября 1912 г. Были привлечены крупные фирмы, построившие здесь свои предприятия: пострадавшая от подрывников в Лос-Анджелесе Llewellyn Iron Works перевела сюда сталепрокатный завод, производивший буровое оборудование и дизельные двигатели Union Tool (Торранс был её акционером), перевела всё производство, а не имевшая проблем с персоналом в Лос-Анджелесе Pacific Electric Company перенесла сюда из центра города ремонтные мастерские. К середине 1914 г. здесь действовало семь крупных и средних предприятий [12]. В отличие от пришедшей сюда промышленности, у которой в дальнейшем серьёзных трудностей не было, уже через год у города возникли проблемы с заселением: при расчётной численности в 15000 человек, в 1914 г. в городе было зарегистрировано 154 избирателя, а к 1916 г. построено не более 170 односемейных жилых домов любого типа (каркасных или бетонных) [12].

Жилые дома по разным проектам в городе строили три подрядчика, и допустимые цены составляли от 1000 до 4000 долларов. Цена 4-комнатных бетонных домов Гилла по принципам упрощения строительства и обслуживания, в планировке аналогичных домов в Сьерра-Мадре, составляла 1400 долларов, они неизменно получали высокую оценку руководства компании [13]. Всего на первом этапе



Рис. 12. Торранс. Вид на улицу Эль Прадо со станцией Pacific Electric (фото 1915 г.) и шинный завод Хендри (открытка 1920 гг.), CSUDH Archives, арх. Ирвинг Джон Гилл

планировали построить 100 домов (рис. 11, 13). Из-за малого числа желающих постройка всех без исключения домов шла медленно, но при строительстве именно домов Гилла началась забастовка: строители «возражали против самого проекта, из которого были исключены многие традиционные детали из-за крайней простоты и экономичности», что лишило плотников традиционного заработка. «Кульминацией стало общественное собрание, на котором критиковался дизайн жилищ, а архитектор столкнулся с враждебной и неумолимой аудиторией» [2]. С этого времени в Торрансе строили «обычные бунгало с тремя десятитонными колоннами из булыжника, гордо поддерживающими легкую крышу переднего крыльца» [12]. Удар по репутации Гилла был одним из первых проявлений отношения рабочего класса и общества в целом к новому городу и его порядкам. Рабочие в США всегда считали домовладение средством личной независимости, это происходило из антифеодальных идеалов американской революции, и владение имуществом позволяло избежать произвола землевладельца или домовладельца. А право компании на проверки

и даже конфискации обещало ещё больший произвол: 22 мая 1914 г. газета Центрального совета труда Лос-Анджелеса «Лос-Анджелес Ситизен» заявила читателям, что Торранс возник из «желания создать «частный город», ... который можно было бы огородить колючей проволокой» [12].

Это, а не новая архитектура Гилла, стало причиной провала проекта «идеального города для рабочих»: ведь промышленное производство в городе росло, но рабочие избегали в нём жить, предпочитая платить за проезд Pacific Electric, перегружая сеть её трамваев. В 1921 г. Торранс перестал быть «идеальным», став обычным пригородом с населением 1800 человек, а к 1930 г., благодаря прекращению эксперимента и найденной нефти, оно выросло до более чем 7200, т. е. в четыре раза [12].

Жизнь после утопии. Количество и качество

Неудача в Торрансе стала для Гилла серьёзным ударом, но некоторое время, несмотря на начало Первой мировой войны и в связи с ней рецессию рынка строительства жилья

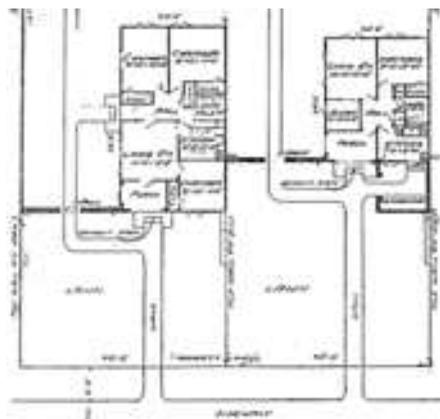


Рис. 13. Коттеджи из железобетона: два дома и фрагмент планировки участка, арх. Ирвинг Дж. Гилл [15]



Рис. 14. Ирвинг Джон Гилл (1913, Press Reference Library Western Edition, Vol.1); Дом Сары Кларк, 1913 г. и его строительство (Concrete, May 1916, Vol.8, No.5)

(1914–1919 гг.), он продолжал работать. Сперва помог Джаред Торранс с заказами в новом городе Фонтана, а затем Эллен Скриппс с её общественными зданиями в Ла-Холье – они были описаны выше. Число заказов сократилось, и если в Сан-Диего их набиралось десятки в год, то в Лос-Анджелесе со всей Калифорнии их за год были единицы. Вероятно, одной из причин этого было и то, что Гилл уже считал возможным проектировать только в найденных им современных формах, а не в опять ставших модными исторических. Его внимание привлекла технология железобетона, материала, адекватно выражавшего новые формы. В 1913 г. были построены первые здания по технологии поворота готовых бетонных плит – дома Сары Кларк и Мэри Бэннинг [5] (рис. 14, 15).

Эту технологию, которая была, вероятно, куплена для массового строительства бетонных домов в Торрансе (в справочнике [15] сказано, что это технология их возведения), Гилл в дальнейшем применял примерно до 1917 г. В августе 1914 г. Ирвинг Джон Гилл стал проектировать дом в Западном Голливуде, который Американский институт архитекторов в 1970 г.

включил в число 15 самых значимых зданий США за все времена (рис. 16).

Гармоничная смена объёмов при взгляде на них снаружи (рис. 17) и перетекание пространства внутри (рис. 18) демонстрировали в здании признаки зрелого модернизма, до появления которого во всём мире оставались десятилетия. Эстер Маккой так его описала:

«В этом железобетонном доме Гилл завершил то, что он начал делать в 1908 году, когда он впервые начал изучать бетонное строительство как искусство. Он должен был придать бетону архитектурное значение камня. Дом Доджа был не только воплощением, но и обещанием перемен. План был более свободным, чем обычно, и высоты менялись, что было удивительно при первой встрече. Южное возвышение с его ритмичностью арок не предсказывало резкого западного возвышения. Северная сторона с ее глубоко врезанным крыльцом и игра дымовой трубы и крыши против основной массы указывали, прежде всего, на глубину. План распространялся в стиле ранчо, включая приподнятый бассейн и гараж. Романтические сады на севере с их фонтанами и лоджиями сменились

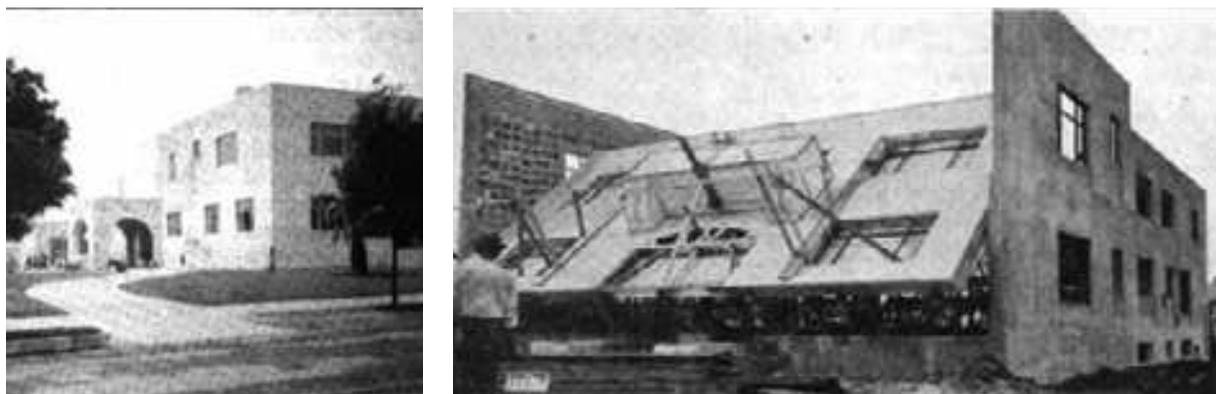


Рис. 15. Дом Мэри Бэннинг, 1913 г. (Sunset, August 1915, Vol.35, No.2) и его строительство (Southwest Contractor & Manufacturer, November 15, 1913, Vol.16, No.2)

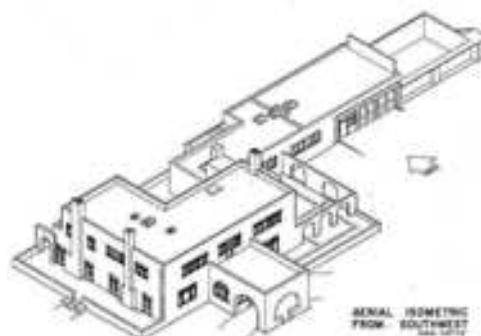


Рис. 16. Дом Уолтера Доджа, 1914–1916 гг., арх. Ирвинг Джон Гилл: северный вход (фото Thomas Hines) и аксонометрия, вид с юго-запада (реконструкция Robert Giebner, 1969, HABS, The Library of Congress)

на востоке навесами, ограждениями и перголами в окружении деревьев» [2].

Нужно сказать, что дом Доджа также был построен по технологии поворота готовых бетонных плит, здесь были ставшие стандартом Гилла для дорогого жилья, начиная с дома Лафлина, централизованное удаление мусора и пыли, а также автомойка в гараже.

В августе 1915 г. деревянный дом мисс Элен Скриппс, построенный Хеббардом и Гиллом ещё в 1897 г. [1], сгорел, и она, вспомнив Гилла, обратилась к нему с настоящей просьбой спроектировать и построить «несгораемое» здание на оставшемся фундаменте [4]. Гилл с радостью принял этот заказ и сразу показал мисс Скриппс свои железобетонные дома, построенные по новой технологии (рис. 14, 15), и тогда ещё строившийся дом Доджа.

Как она записала в своём дневнике, «мистер Гилл хочет ввести меня в мое здание». Получив одобрение, он начал проектирование и строительство. После того, как дом был построен,

мисс Скриппс в письме своей сестре описала это здание как «предмет красоты и радости навеки». Эстер Маккой в своей книге дала такую характеристику: «Дом Скриппс не делал никаких новых заявлений ни по форме, ни по материалам, ни по плану. Это не было экспериментом; скорее, здание обобщало мысли и чувства Гилла в этот период. Это было смело, но не повелительно, спокойно, но без мягкости» [2] (рис. 19).

Одной из вершин творчества Гилла стал не примечательный по размерам жилой комплекс Двор Горацио Уэста (Horatio West Court) в Санта-Монике. Комплекс располагался на участке площадью 738 м² (площадь, занимаемая домом Доджа, составляла 604 м², а площадь его террас – 102 м² [2]) и первоначально состоял из двух пар двухэтажных домов на одну семью по двум сторонам центрального двора, включавшего подъездную дорогу. В 1922 г. в тылу этого же участка были построены здания гаражей с квартирами на втором этаже, а в 1923 г. – огороженная площадка [17] (рис. 20).



Рис. 17. Дом Уолтера Доджа, 1914-1916 гг., арх. Ирвинг Джон Гилл: архитектурные детали (фото Marvin Rand, 1965 г., The Library of Congress)



Рис. 18. Дом Уолтера Доджа, 1914-1916 гг., арх. Ирвинг Джон Гилл: фрагменты интерьеров (фото Marvin Rand, 1965 г., The Library of Congress)

Это были дома для семей среднего и низкого достатка. Строились они также на железобетонном фундаменте и со стенами из железобетона, но обычным способом – при возведении двухслойных стен с утеплителем использовали скользящую опалубку. Система Эйкена при единичном строительстве приносила одни убытки, и Гилл от неё отказался [5]. Но в Санта-Монике он, вероятно в надежде на будущее, строил именно «дома для всех».

Когда в Германии под этим лозунгом развернулось «Новое строительство» (Neues bauen), спустя восемь лет в Вайсенхофе, независимо от него, опять были открыты похожие архитектурные формы, а через десять лет Рихард Нойтра,

на время вернувшись из США на родину в Австрию, опубликовал книгу «Америка» из серии «Новое строительство в мире», где разместил свои фотографии домов Гилла (рис. 21).

Но в 1919 г. массовое строительство жилья в Европе существовало лишь как идея, а в США, до прихода Франклина Рузвельта и начала в 1933 г. Нового курса, и думать об этом не считали нужным. С 1914 по 1919 гг. строительство жилья переживало рецессию, которая на короткое время прервалась, и опять – спад 1920-1921 гг. Во время передышки Гилл смог получить заказ на дорогое жильё от семьи Кларк, решившей обосноваться в Санта-Фе-Спрингс. Размерами и оснащением дом напоминал дом Доджа, отли-



Рис. 19. Дом Элен Браунинг Скриппс (вилла South Molton II) в Ла-Холье, 1915-1916 гг., арх. Ирвинг Джон Гилл (фото: UC-Santa Barbara Architecture and Design Collections и [16])

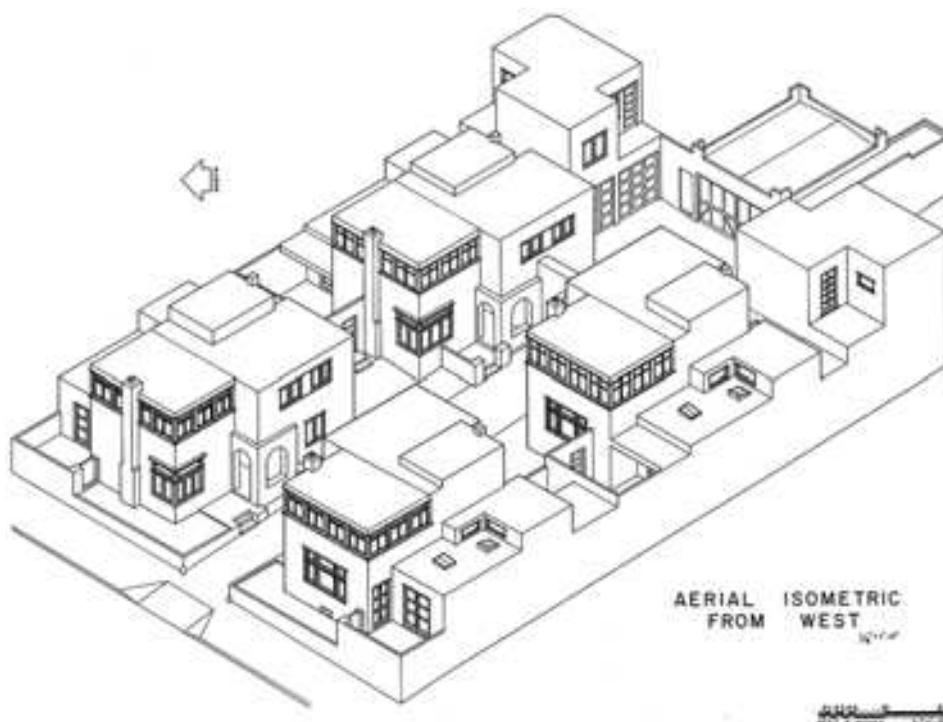


Рис. 20. Двор Горацио Уэста в Санта-Монике, 1919 г., арх. Ирвинг Джон Гилл, аксонометрия, вид с запада (реконструкция Robert Giebner, 1968 [17])

чаясь архитектурными особенностями (рис. 22) и внутренней отделкой. Вероятно, по настоянию хозяйки, на его бетонных стенах появился растительный орнамент, а на камине египетский мотив. Дом построили, а ландшафт обустроить не успели – на этом участке в 1921 г. нашли нефть.

Семья Кларк съехала из построенной резиденции на ранчо в долину Коачелла, а для Гилла заказ надолго стал последним реализованным проектом – до 1928 г. информации о построенных им зданиях нет. Как-то в это время Элоиза Рурбах, писавшая о работах Гилла статьи [6], нашла его в Лос-Анджелесе на заднем дворе своей мастерской, где он «возился с какой-то бетонной деталью 2 на 4 дюйма» [2].

Последние проекты

В 1928 г. Гилл закрыл мастерскую в Лос-Анджелесе и снова вернулся в округ Сан-Диего, где в Коронадо ему заказали проектирование церкви Христианской науки (рис. 23). Внешний вид церкви без колокольни был необычным, если не сказать странным – то ли его сама община об этом попросила, то ли повлияли годы вынужденного простоя. Благодаря появившимся заказам Гилл чуть поправил свои финансовые дела, которые к окончанию его пребывания в Лос-Анджелесе, судя по всему, были в печальном состоянии.

28 мая 1928 г. в газете появилось объявление о свадьбе Ирвинга Дж. Гилла и богатой вдовы Мэрион Брашпирс. Пара уехала на ранчо Палос-Вердес в дом Мэрион. Через 9 месяцев Гилл записал в дневнике: «Переехал в Карлсбад в 13:50. Четверг, 7 марта 1929 г.» [2].

Более творческой стала работа в Оушенсайте (рис. 24): Гилл здесь спроектировал центр города с парком и административными зданиями. Вследствие наступившей в 1929 г. Великой депрессии успели построить только ратушу с библиотекой, полицейский участок, пожарную часть и школу американизации (рис. 25).

В Оушенсайте в 1936 г. было построено и последнее здание Гилла – редакция газеты «Blade Tribune and News». Впервые за всё время его зрелого творчества во внешней отделке здания появился скромный декор (рис. 26).

В Карлсбаде Гилл жил в доме без водопровода и газа, на акре фруктового сада, принадлежавшего его жене. Вскоре после прибытия случился инфаркт, но несмотря на это он продолжал работать. Около 1933 г. Гилл пережил второй инфаркт. В 1936 г. за четыре месяца до смерти он разработал проект небольшого здания для Редондо-Бич и отдал все материалы клиенту. Когда он задал адвокату клиента вопрос о гонораре, тот ответил, что Гилл «не строил здание, а только его спроектировал», и

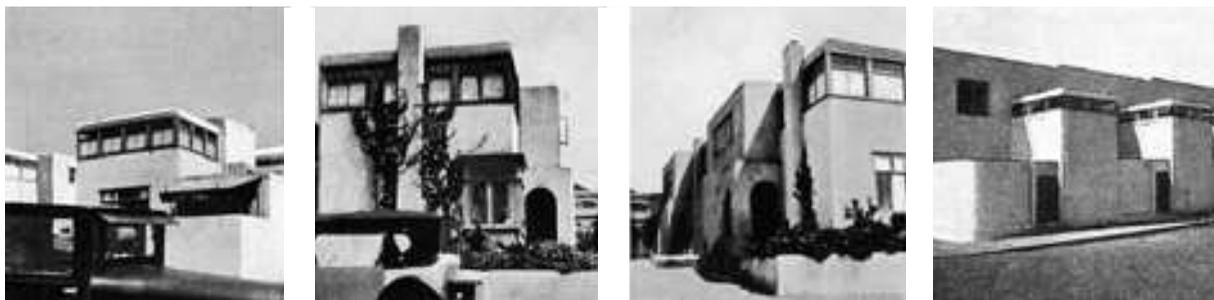


Рис. 21. Двор Горацио Уэста в Санта-Монике, 1919 г., арх. Ирвинг Джон Гилл (фото: Рихард Нойтра, 1929, Richard Neutra, "Amerika. Neues Bauen in der Welt, 2", Wien, 1930) [18] и Рядный дом в Вайсенхофе, 1927, арх. Якобус Ауд ("Bau und Wohnung", Akad. Verlag Dr. Fritz Wedekind & Co., Stuttgart, 1927)



Рис. 22. Дом Чонси и Мэри Кларк в Санта-Фе-Спрингс, 1919-1921 гг., арх. Ирвинг Дж. Гилл: строительство дома (фото 1920 г., Clarke Estate. City of Santa Fe Springs) и фрагменты внешнего вида (фото: UC-Santa Barbara Architecture and Design Collections)



Рис. 23. Первая церковь Христианской науки в Коронадо, 1928 г.: общий вид, рисунок Ирвинга Дж. Гилла, (Coronado Historical Association) и современное фото (Christian Science Churches of Southern California)



Рис. 24. Оушенсайд: проект центра города (рисунок Ирвинга Дж. Гилла) [16]; пожарное депо и полицейский участок, 1930 г. (фото 1940-1941 гг., National Park Service. National Register of Historic Places)



Рис. 25. Оушенсайд: ратуша и публичная библиотека, 1934; пожарное депо; школа американизации, 1931, арх. Ирвинг Джон Гилл (фото 1930-1940 гг., Oceanside Historical Society)



Рис. 26. Оушенсайд: Здание газеты «Blade Tribune and News», 1936, арх. Ирвинг Джон Гилл (фото: UC-Santa Barbara Architecture and Design Collections)

гонорара за выполненную работу от этого клиента он так и не увидел [2]. Умер Ирвинг Джон Гилл 7 октября 1936 г. в городе Карлсбад округа Сан-Диего в возрасте 66 лет, миром архитектуры практически забытый.

Заключение

Ещё в каталоге выставки 1935 г. «Современная архитектура Калифорнии» в Музее Современного искусства в Нью-Йорке [19], в подготовке которой приняли участие Генри-Рассел Хичкок и Филип Джонсон, Гилл был назван «пионером современной архитектуры в Америке», но до книги 1960 г. Эстер Маккой [2] его творчество было почти неизвестным, лишь время от времени упоминаемым самыми глубокими исследователями [7]. Споры о нём в США продолжаются до сих пор, некоторые не считают Гилла пионером модернизма и не могут «думать о нём, как о чём-то более чем переходной фигуре» [20]. Тому есть ряд объективных и субъективных причин.

Первая, и очевидная причина: Гилл в своих проектах использовал арки, при этом часто формировавшие своеобразный простой ордер. И то, и другое в начале развития модернизма (который тогда был исключительно европейским) казалось неприемлемым. Модернизм, который возник в итоге Октябрьской революции в России и Ноябрьской революции в Германии, тогда считался одним из подразделений революционного движения к светлому будущему – об этом название немецкого объединения художников во главе с архитекторами «Рабочий совет по искусству», которое вначале возглавлял Бруно Таут, а затем Вальтер Гропиус. На пути к светлому будущему следовало избавиться от гнетущего наследия прежних эпох, как говорилось в манифесте русских футуристов 1912 г. «Бросить Пушкина, Достоевского, Толстого и проч. с Парохода Современности». В числе «проч.» для революционных архитекторов, несомненно, фигурировали и арка, и ор-

дер. Дорога к светлому будущему могла быть только по прямой, что очень точно подметил в романе-антиутопии Евгений Замятин: «Да: проинтегрировать грандиозное вселенское уравнение. Да: разогнать дикую кривую, выпрямить ее по касательной – асимптоте – по прямой. Потому что линия Единого Государства – это прямая. Великая, божественная, точная, мудрая прямая – мудрейшая из линий...» [21]. Поэтому лишь через десятилетия после смерти Гилла и кривая, и арка, и простой ордер вновь на законных основаниях вернулись в модернизм (рис. 27). А идентичность принципов манифестов Ирвинга Джона Гилла в 1916 г. [11] и Вальтера Гропиуса в 1926 г. была показана ранее [1].

Второй причиной можно назвать существовавшее в то время у американцев чувство неполноценности американской культуры (и архитектуры) по отношению к европейской. Это было написано в каталоге теперь всемирно известной выставки в Нью-Йорке 1932 г.:

«К 1922 году, через тридцать лет после Чикагской выставки, американская публика была полностью убеждена в том, что, несмотря на то, что для европейского искусства американская живопись, скульптура и музыка второстепенны, в архитектуре мы правим миром. Это чувство, кажется, отчасти основано на способности наших архитекторов подражать прошлым европейским стилям более со вкусом, чем сами европейцы, и, отчасти, на нашем техническом мастерстве, будь то центральное отопление, мебель для ванной комнаты или быстрое возведение небоскребов. Именно небоскреб особенно подтвердил нашу гордость, так как мы еще не осознали, что инженер, возможно, больше, чем архитектор, сделал наши небоскребы значительными» [22].

Эти слова лучших американских теоретиков архитектуры показывают, что даже в 1932 г. они просто не были готовы принять возможное лидерство своей архитектуры, к тому же родив-



Рис. 27. Метрополитен-опера, Нью-Йорк, 1966 г., арх. Уоллес Харрисон (metopera.org); Дворец Итамарати, Бразилия, 1970 г., арх. Оскар Нимейер (фото: Carlos Alkmin, fineartamerica.com)

шейся не в центрах американской культуры на Востоке, или даже не на Среднем Западе в Чикаго, а «на краю Америки» в Калифорнии. К тому же эта новая европейская архитектура уже была частью мощного международного движения, а никаких признаков такого движения в США, особенно при взгляде с их Восточного побережья, до 1930-х гг. заметно не было. В этом смысле стиль прерий, лидером которого стал Фрэнк Ллойд Райт, их всех устраивал – как самобытная американская архитектура, с европейской никак не связанная и оттого никак с ней не конкурирующая, потому что к конкуренции готовности не было. Про Гилла либо не знали вообще ничего, либо знали о его работах крайне мало и в прошедшем времени, считая его местным калифорнийским явлением «возрождения стиля миссии». Показателен пример того, как попытались найти влияние статьи Адольфа Лооса «Орнамент и преступление» на творчество Гилла. Этого не было и быть не могло – статья Лооса была написана в 1910 г. (так указано в его рукописи), тогда же прочтена как лекция в Вене, в 1913 г. впервые напечатана на французском языке с датой написания 1913 г., а на немецком в газете *Frankfurter Zeitung* – в 1929 г., дата написания была изменена на 1908 г. и с той же датой опубликована в сборнике работ Лооса «*Trotzdem*» в 1931 г. [23]. Как было описано ранее [1], дом Рассела Аллена, о котором никаких публикаций нигде не было, Гилл спроектировал в 1907 г. Но между Лоосом и Гиллом можно найти общее: Гилл работал у Салливана в 1891–1893 гг., а Лоос жил в США в 1893–1896 гг. и тогда посещал в Чикаго Колумбийскую выставку, где на него произвели впечатление работы Адлера и Салливана. Общим для них могло быть и влияние статьи Салливана 1892 г. «Украшение в архитектуре» [24] (у нас перевели как Орнамент в архитектуре, и раз орнамент – это нечто поверхностное, смысл неизбежно сузился) – работы Гилла, как статья и дом Штайнера с последующими работами Лооса, это подтверждают. В отличие от значительного влияния статьи Лооса на европейских архитекторов, творчество Гилла из-за крайне ограниченных публикаций о его новаторских работах и отсутствия в то время в США движения к новой архитектуре имело скромное влияние, и исключительно на калифорнийских архитекторов. Помимо обычных плагиаторов без идей и принципов, можно назвать лишь тех, кто с ним работал (Ллойд Райт, Луис Гилл, бывший партнёр Фрэнк Мид, в своё время появившийся на Гилла, вернувшийся в архитектуру в 1912 г. и вновь ушедший отсюда в начале 1920-х гг. [25]), и двух независимых – оба были выходцы из Австрии – Рудольфа Шиндлера и Рихарда Нойтра, чьё творчество получило развитие в конце

1920-х гг. Нойтра в свою книгу «Америка», выпущенную в 1930 г. в Вене, кроме фотографий и описания Двора Горацио Уэста (рис. 21), включил описания и фотографии домов Бэннинга и Доджа [18] – это принесло Гиллу некоторую известность в Европе, но в самих США изменить отношение к нему не смогло.

Третьей причиной можно назвать самого Ирвинга Джона Гилла. Фрэнк Ллойд Райт в 1909 г. подготовил портфолио своих избранных работ в стиле прерий и на год отправился в Европу, чтобы попытаться их там напечатать, заодно узнать европейскую архитектуру. Работы Райта опубликовал в двух томах на немецком языке издатель Эрнст Васмут в 1910-1911 гг. под названием «Здания и проекты, выполненные Фрэнком Ллойдом Райтом» [26], и они стали связующим звеном между архитектурой школы прерий и зарождавшимся европейским модернизмом, оказав влияние на ряд немецких и голландских архитекторов. Можно представить, каким было бы влияние на европейцев публикации в Берлине работ Гилла, начиная с 1908 г., скажем, в 1913 г. Но, судя по его отношению к сохранению документов своего творчества, этого произойти не могло: например в 1928 г. при закрытии мастерской в Лос-Анджелесе её документы загрузили в десять грузовиков, а потом их нигде не нашли [20]. Гилл не считал нужным как-то распространять свои идеи среди архитекторов, кроме ближайшего круга, ограничившись, хотя и превосходным, но единственным манифестом [11]. Поэтому, в отличие от Райта, к Гиллу не приезжали «учиться архитектуре со всей страны и даже из-за границы». По свидетельству хорошо знавшей его Элоизы Рурбах, так же он общался и с заказчиками: «Людам богатым он нравился за его прямолинейность и честность. У его идей была большая утонченность, хотя он часто выражал их грубо» [2]. Когда при подготовке Панамско-Калифорнийской выставки появились Гудхью, обещавший сделать «красиво и богато», Гилл не сумел ничего противопоставить, так как отказаться от открытых им принципов новой архитектуры уже не мог, а пропагандировать их не считал нужным. В итоге, в большинстве своём, заказчики города Сан-Диего от него отвернулись.

Такова история архитектора, в начале XX в. открывшего принципы модернизма и впервые реализовавшего их на практике. Он вполне мог бы стать лидером американской и одним из лидеров мировой архитектуры, но по объективным и субъективным причинам не сумел этого сделать. Судьба и творчество Джона Гилла заставляют задуматься о том, как возникают новые направления в архитектуре и какими бывают предпосылки их успеха или неудачи.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Филитов В.Д. Ирвинг Джон Гилл: рождение американского модернизма // Градостроительство и архитектура. 2020. Т.10, № 4. С. 119–135. DOI: 10.17673/Vestnik.2020.04.15

2. McCoy Esther, Five California Architects (1960; New York: Praeger Publishers, 1975), 200 p.

3. McClain M. The Bishop's School, 1909-2009 // The Journal of San Diego History, v.53, no.4 (2008): 235-267.

4. Kamerling Bruce, Irving Gill: The Artist as Architect // The Journal of San Diego History, Spring 1979, Vol. 25, Number 2, pp. 151-188

5. Crosse John, Irving Gill's First Aiken System Project: The Sarah B. Clark Residence, Hollywood, Spring 1913. URL: <https://socalarchhistory.blogspot.com/2014/07/sarah-b-clark-residence-7231-hillside.html>

6. Roorbach Eloise, Celebrating simplicity in architecture // Western Architect, Vol.19 (April 1913), pp. 35-38

7. Mumford Lewis, The brown decades. A study of the arts in America, 1865-1895. New York: Harcourt, Brace and Company, 1931, 266 p.

8. Amero Richard W. Balboa Park and the 1915 Exposition. Edited by Michael Kelly. Charleston, SC: History Press, 2013, 286 p.

9. O'Hara Christine Edstrom. The Panama-California Exposition, San Diego, 1915: The Olmsted Brothers' Ecological Park Typology // Journal of the Society of Architectural Historians (2011) 70 (1): 64–81. DOI: 10.1525/jsah.2011.70.1.64

10. Mikesell Stephen. Bridge Builders of Southern California: Mayberry & Parker, Frank Allen, Irving Gill, William Thomas, Merrill Butler // Southern California Quarterly (2020) 102 (1): 5–23. DOI: 10.1525/scq.2020.102.1.5

11. Gill Irving J., The Home of the Future: The New Architecture of the West: Small Homes for a Great Country // The Craftsman, Vol. XXX, Number 2, May 1916, pp. 140-151, 220

12. Phelps Robert, The Search for a Modern Industrial City: Urban Planning, the Open Shop, and the Founding of Torrance, California // Pacific Historical Review (1995) 64 (4): 503-535. DOI: 10.2307/3640556

13. Crosse John. Irving Gill, Homer Laughlin and the Beginnings of Modern Architecture in Los Angeles, Part II, 1911-1916. URL: <https://socalarchhistory.blogspot.com/2015/12/irving-gill-homer-laughlin-and.html>

14. Bartlett Dana W. An Industrial Garden City. Torrance // The American City, 1913, Vol.9, No.4, pp. 310-314

15. Lakeman Albert, Concrete Cottages, Small Garages and Farm Buildings. London: Concrete publications Ltd., 1918. pp. 144-148

16. Kamerling Bruce, Hebbard & Gill, Architects // The Journal of San Diego History, Spring-Summer 1990, Vol. 36, Number 2-3. pp. 107-129.

17. Horatio West Court Apartments, 140 Hollister Street, Santa Monica, Los Angeles County, CA. Historic

American Buildings Survey (Library of Congress). HABS CA-1984, Year 1968. URL: <https://www.loc.gov/item/ca0298/>

18. Tippet Brett, Richard Neutra's Search for the Southland: California, Latin America and Spain // Architectural History, 2016, Vol.59, pp. 311-352. DOI: 10.1017/arh.2016.10

19. Philip L. Goodwin; Henry-Russel Hitchcock, Jr.; George Howe; Joseph Hudnut; Philip Johnson "Modern architecture in California". Department of Architecture of the Museum of Modern Art, arranged for circulation by the Department of Circulating Exhibitions. New York: The Museum of Modern Art, 1935.

20. Giberti Bruno, Review: Irving Gill and the Architecture of Reform by Thomas S. Hines // Journal of the Society of Architectural Historians (2003) 62 (1): 142–144. DOI: 10.2307/3655096

21. Zamiatin Eugene (1924). We. (Translated Gregory Zilboorg). New York: E. P. Dutton & Co., 218 p.

22. Barr Alfred H. Jr.; Hitchcock Henry-Russell; Johnson Philip; Mumford Lewis; Modern architecture: international exhibition, New York, Feb. 10 to March 23, 1932, New York: Museum of Modern Art, 1932, 199 p.

23. Long Christopher, "Ornament, Crime, Myth, and Meaning", 85th ACSA Annual Meeting Proceedings, Architecture: Material and Imagined, 1997. pp. 440-445.

24. Sullivan Louis H., Ornament in Architecture // Engineering Magazine, Aug. 1892, Vol.3, No.5 pp. 633-644.

25. Crosse John, Frank Mead: 'A New Type of Architecture in the Southwest,' Part II, 1907-1920. URL: <https://socalarchhistory.blogspot.com/2016/05/frank-mead-new-type-of-architecture-in.html>

26. Ausgeführte Bauten und Entwürfe von Frank Lloyd Wright. Berlin: Ernst Wasmuth. 1910, 1911.

REFERENCES

1. Filippov V.D. Irving John Gill: the Birth of American Modernism. Gradostroitel'stvo i arhitektura [Urban Construction and Architecture], 2020, vol. 10, no. 4, pp. 119–135. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2020.04.15

2. McCoy Esther, Five California Architects (1960). New York, Praeger Publishers, 1975. 200 p.

3. McClain M. The Bishop's School, 1909-2009. The Journal of San Diego History, 2008, vol.53, no.4, pp. 235-267.

4. Kamerling Bruce, Irving Gill: The Artist as Architect. The Journal of San Diego History, Spring 1979, vol. 25, no. 2, pp. 151-188.

5. Crosse John, Irving Gill's First Aiken System Project: The Sarah B. Clark Residence, Hollywood, Spring 1913. Available at: <https://socalarchhistory.blogspot.com/2014/07/sarah-b-clark-residence-7231-hillside.html>

6. Roorbach Eloise, Celebrating simplicity in architecture. Western Architect, April 1913, vol.19, pp. 35-38.

7. Mumford Lewis, The brown decades. A study of the arts in America, 1865-1895. New York, Harcourt, Brace and Company, 1931. 266 p.

8. Amero Richard W. Balboa Park and the 1915 Exposition. Edited by Michael Kelly. Charleston, SC, History Press, 2013. 286 p.
9. O'Hara Christine Edstrom. The Panama-California Exposition, San Diego, 1915: The Olmsted Brothers' Ecological Park Typology. Journal of the Society of Architectural Historians, 2011, vol. 70, no. 1, pp. 64–81. DOI: 10.1525/jsah.2011.70.1.64
10. Mikesell Stephen. Bridge Builders of Southern California, Mayberry & Parker, Frank Allen, Irving Gill, William Thomas, Merrill Butler. Southern California Quarterly, 2020, vol. 102, no.1, pp. 5–23. DOI: 10.1525/scq.2020.102.1.5
11. Gill Irving J. The Home of the Future: The New Architecture of the West: Small Homes for a Great Country. The Craftsman, May 1916, vol. XXX, no. 2, pp. 140-151, 220.
12. Phelps Robert, The Search for a Modern Industrial City: Urban Planning, the Open Shop, and the Founding of Torrance, California. Pacific Historical Review, 1995, vol. 64, no. 4, pp. 503-535. DOI: 10.2307/3640556
13. Crosse John. Irving Gill, Homer Laughlin and the Beginnings of Modern Architecture in Los Angeles, Part II, 1911-1916. Available at: <https://socialarchhistory.blogspot.com/2015/12/irving-gill-homer-laughlin-and.html>.
14. Bartlett Dana W. An Industrial Garden City. Torrance. The American City, 1913, vol.9, no.4, pp. 310-314.
15. Lakeman Albert, Concrete Cottages, Small Garages and Farm Buildings. London: Concrete publications Ltd., 1918, pp. 144-148.
16. Kamerling Bruce, Hebbard & Gill, Architects. The Journal of San Diego History, Spring-Summer 1990, vol. 36, no. 2-3, pp. 107-129.
17. Horatio West Court Apartments, 140 Hollister Street, Santa Monica, Los Angeles County, CA. Historic American Buildings Survey (Library of Congress). HABS CA-1984, 1968. Available at: <https://www.loc.gov/item/ca0298/>
18. Tippet Brett, Richard Neutra's Search for the Southland: California, Latin America and Spain. Architectural History, 2016, vol.59, pp. 311-352. DOI: 10.1017/arh.2016.10
19. Philip L. Goodwin; Henry-Russel Hitchcock, Jr.; George Howe; Joseph Hudnut; Philip Johnson "Modern architecture in California". Department of Architecture of the Museum of Modern Art, arranged for circulation by the Department of Circulating Exhibitions. New York, The Museum of Modern Art, 1935.
20. Giberti Bruno, Review: Irving Gill and the Architecture of Reform by Thomas S. Hines. Journal of the Society of Architectural Historians, 2003, vol. 62, no.1, pp. 142–144. DOI: 10.2307/3655096
21. Zamiatin Eugene. We. (Translated Gregory Zilboorg). New York, E. P. Dutton & Co., 1924. 218 p.
22. Barr Alfred H. Jr.; Hitchcock Henry-Russell; Johnson Philip; Mumford Lewis; Modern architecture: international exhibition, New York, Feb. 10 to March 23, 1932, New York, Museum of Modern Art, 1932. 199 p.
23. Long Christopher, "Ornament, Crime, Myth, and Meaning", 85th ACSA Annual Meeting Proceedings, Architecture: Material and Imagined, 1997, pp. 440-445.
24. Sullivan Louis H., Ornament in Architecture. Engineering Magazine, Aug. 1892, Vol.3, No.5 pp. 633-644.
25. Crosse John, Frank Mead: 'A New Type of Architecture in the Southwest,' Part II, 1907-1920. Available at: <https://socialarchhistory.blogspot.com/2016/05/frank-mead-new-type-of-architecture-in.html>
26. Ausgeführte Bauten und Entwürfe von Frank Lloyd Wright. Berlin, Ernst Wasmuth, 1910, 1911.

Об авторе:

ФИЛИППОВ Василий Дмитриевич
ведущий инженер дирекции АСА СамГТУ
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244,
тел. (846) 339-14-59
E-mail: filippov.vd@samgtu.ru

FILIPPOV Vassily D.
Leading Engineer of the Directorate of AACE SSTU
Samara State Technical University
Academy of Architecture and Civil Engineering
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244,
tel. (846) 339-14-59
E-mail: filippov.vd@samgtu.ru

Для цитирования: Филиппов В.Д. Практика модернизма Ирвинга Джона Гилла // Градостроительство и архитектура. 2021. Т.11, № 1. С. 143–159. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.01.19.

For citation: Filippov V.D. Practice of Irving John Gill Modernism. Gradostroitel'stvo i arhitektura [Urban Construction and Architecture], 2021, vol. 11, no. 1, Pp. 143–159. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2021.01.19.

АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. ТВОРЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ АРХИТЕКТУРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ



УДК 728

DOI: 10.17673/Vestnik.2021.01.20

**В. П. ГЕНЕРАЛОВ
Е. М. ГЕНЕРАЛОВА**

ОБРАЗ ЖИЗНИ, АРХИТЕКТУРА И КАЧЕСТВО ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

LIFESTYLE, ARCHITECTURE AND QUALITY OF THE URBAN ENVIRONMENT

В исследовании раскрываются аспекты, определяющие понятие «образ жизни», включая основные категории: уровень жизни, стиль жизни, качество жизни и уклад жизни. Подчеркивается недостаточная изученность взаимовлияния «образа жизни» людей на типологическую структуру квартир и жилых зданий, на качество городской среды. Рассматривается влияние уровня урбанизации территории города на характеристики «городского образа жизни». Поднимаются проблемные вопросы, связанные с дебатами на тему взаимосвязи плотности застройки с комфортностью и индексом качества жилой среды. Затрагиваются основные направления фундаментальных исследований в области архитектуры, сосредоточенные на развитие новых типов зданий. Сделан акцент на приемах использования высотной застройки для гуманизации городской среды и формирования современного «компактного города».

Ключевые слова: образ жизни, городской образ жизни, высокоурбанизированная городская среда, высотное строительство, качество городской среды

Происходящие в России на протяжении последних десятилетий социальные, экономические и другие изменения требуют внимательного изучения, пересмотра и решения целого ряда важнейших архитектурно-типологических задач. Несомненно, что это серьезно влияет на создание новых по архитектуре зданий, на градостроительные решения, параметры современной жилой городской среды в целом. В частности, это позволит решить вопросы, связанные с высотой зданий, с их типологической структурой, плотностью городской застройки, выявлением ряда преимуществ

The study reveals the aspects that define the concept of “lifestyle”, including the main categories: standard of living, lifestyle, quality of life and lifestyle. Insufficient knowledge of the mutual influence of people’s “lifestyle” on the typological structure of apartments and residential buildings, on the quality of the urban environment is emphasized. The influence of the level of urbanization of the city territory on the characteristics of the “urban lifestyle” is considered. Problematic issues are raised related to the debate on the relationship between building density and comfort and the quality index of the living environment. The main directions of fundamental research in the field of architecture, aimed at the development of new types of buildings, are touched upon. The emphasis is made on the methods of using high-rise buildings for the humanization of the urban environment and the formation of a modern “compact city”.

Keywords: lifestyle, urban lifestyle, highly urbanized urban environment, high-rise construction, urban environment quality

и недостатков создания и развития «компактных» либо «расползающихся» городов [1].

Необходимо отметить, что из большого количества различных факторов, формирующих типологическую структуру зданий, градостроительную систему городов и его планировочных районов, такой фактор, как «образ жизни», к сожалению, недостаточно глубоко и всесторонне рассмотрен и изучен, а главное, на наш взгляд, не в должной мере учитывается в России. «Образ жизни» чрезвычайно широкое понятие, проявляющееся в организации трудовой, бытовой, общественно-политической,

культурной, образовательной деятельности, в поведенческих привычках, специфике общения и мышления. Данная философско-социологическая категория жизнедеятельности человека, как индивида, так и группы или общества в целом, формирует не только архитектуру зданий, но и жилую среду города и региона. Исследование влияния «образа жизни» и составляющих его элементов на формирование типологии жилых и многофункциональных зданий и комплексов, а также обслуживающих функций, входящих в их структуру, является целью данной работы.

Под влиянием политической идеологии и связанных с этим изменений в области экономического развития государства, уровня социального и медицинского обслуживания, уклада жизни, культуры, традиций и др. происходит трансформация образа жизни человека, семьи и общества в целом. Характер изменений, произошедших в 90-е гг. прошлого столетия в России, должен был формировать и другую модель взаимодействия человека с городом, человека с архитектурой, человека с жилой средой. Естественно, что образ жизни зависит от множества факторов, которые и формируют представление о нем. Каждое поколение имеет свои индивидуальные черты, которые меняются с течением времени, тем не менее основные категории, формирующие понятие образа жизни, остаются без особых изменений.

Для раскрытия понятия «образ жизни» специалисты в области социологии и социальной гигиены, ссылаясь на труды академика Ю.П. Лисицына, И.В. Бестужева-Лада, выделяют в образе жизни четыре основные категории: *уровень жизни, стиль жизни, качество жизни и уклад жизни*. Для определения характера влияния образа жизни населения на формирование жилой среды, на типологическую структуру зданий необходимо рассмотреть эти категории более подробно, а главное следует учитывать изменяющиеся условия, которые несомненно меняют их смысл и наполнение.

Уровень жизни определяется как обеспеченность населения материальными, социальными и духовными благами, необходимыми для жизни. В основном учитывается как устроен труд, быт и досуг людей. При росте уровня жизни увеличиваются потребности людей в основном в духовном, физическом и социальном плане. Духовные потребности затрагивают сферу образования, возможность развития и осуществления творческой деятельности, повышения квалификации, доступность историко-культурных ценностей и др. К физическим потребностям относят удовлетворение человека в пище, жилье, одежде, транспорте, отдыхе,

в возможности осуществлять двигательную активность и пр. Социальные потребности проявляются в общении с людьми, в возможности самовыражаться и заниматься общественной деятельностью и т. п.

Что касается *стиля жизни*, то эта социально-психологическая категория образа жизни отражает тип повседневного поведения и жизнедеятельности индивида, семьи и социальных групп. Как человек контактирует с окружающими, как организует рабочее и свободное время, быт, как он преподносит себя, чем занимается вне сферы труда, какова его манера поведения, какие приоритеты ставит и как предпочитает отдыхать и др. – все это и является *стилем жизни*.

Исследователи, занимающиеся вопросами изучения *качества жизни* населения, обращают внимание на то, что на сегодняшний день, к сожалению, отсутствует комплексный подход к определению данного понятия. И это происходит из-за желания социологов, экономистов, психологов и политиков дать свою узкоспециальную трактовку. Социологи изучают общественный характер качества жизни, экономисты стараются выявить объективные экономические свойства повышения качества жизни, психологи – определить субъективное ощущение качества жизни, политики делают попытки разработать механизмы управления качеством жизни населения, проводят исследования философы и работники медицины. Этот емкий по содержанию и структуре вопрос находится в сфере изучения более десяти самостоятельных наук. Исследуя *качество жизни* как важный фактор в формировании типологии зданий, архитекторы могут и должны внести свой вклад в создание модели современной жилой городской среды. Понятие «качество» уже определяет показатели, которые сами по себе говорят о низком или высоком его уровне. В литературе к основным показателям *качества жизни* относят следующие компоненты: доходы населения, качество питания, одежды, окружающей среды, качество здравоохранения, качество предоставления социальных услуг, образования, культуры, комфорт жилища, личную безопасность, а также демографические показатели, к которым относятся: продолжительность жизни, смертность, рождаемость, количество заключаемых браков, разводов и др.

Уклад жизни относится к социально-экономической категории в общей структуре «образа жизни». Эта категория отражает политические, экономические и социальные взаимоотношения, которые складывались исторически и характерны для целой нации или одного человека. Основными элементами являются тип

собственности, принципы взаимоотношения между людьми, эстетические представления, моральные устои, правовые нормы и др. Кроме этого, уклад жизни включает в себя как национальные привычки, так и исторические традиции, характерные для группы людей. Под воздействием ряда факторов, таких как стихийные бедствия, войны и др., уклад жизни, как правило, меняется.

В настоящее время наиболее достоверной информацией о требованиях людей к тому или иному типу жилья обладают риэлторы, занимающиеся недвижимостью. Опираясь на их данные, можно выделить ряд характеристик, которые рассматриваются людьми при выборе района проживания, типа жилого дома, а также квартиры. В первую очередь людей интересует *стоимость жилья*, которая тесно завязана с квадратурой и планировкой помещений, видом из квартиры на окружающую территорию. Следующий важный фактор, который отмечают риэлторы, это *доступность к месту работы*. Шаговая доступность до места приложения труда для жителей крупных городов является определяющей при выборе места жительства. Не менее важное требование к жилью – это *степень развитости инфраструктуры*: наличие и близость магазинов, парковки автомобилей, детских садов, школ, культурно-развлекательных центров, спортивных и детских площадок, скверов, безопасность проживания и многое другое.

Исследуя влияние «образа жизни» людей на формирование типологии зданий, необходимо выявить те категории факторов, которые оказывают наиболее существенное воздействие на их объемно-планировочную структуру. В этой связи необходимо сказать о существовании и важности еще одного понятия – это «*городской образ жизни*», который достаточно широко изучается в культурологическом контексте и при этом, как правило, не преломляется через призму изменений, происходящих в архитектурной науке, развивающейся в прогрессивном мире в направлении разработки теоретических основ *типологии зданий и сооружений нового поколения*. В ряде исследований отмечаются следующие характеристики и преимущества «*городского образа жизни*»: концентрация культурной информации; удобство искусственной среды; многообразие благ цивилизации; социальная активность населения; подвижность населения и др. Ключевое значение имеет отслеживание трансформации *иерархии ценностей и потребностей* горожан [2–4].

Непосредственное влияние на характеристики «*городского образа жизни*» оказывает *уровень урбанизации* территории города, характеризующийся показателями плотности насе-

ления и застройки, а также функциональной развитостью, т. е. насыщением различными функциями (общественно-деловыми, социально-досуговыми, рекреационными и т. п.) [5–7]. Любой город, особенно крупный или крупнейший, включает в свою структуру территории с разным уровнем урбанизации. Наибольший интерес представляет высокоурбанизированная городская среда, отличающаяся высокой плотностью населения и застройки с высокой степенью концентрации и интеграции различных функций. Именно высокоурбанизированная среда является наиболее ярким выражением «*городского образа жизни*», включая его преимущества и недостатки, а также становится объектом дебатов на тему взаимосвязи плотности застройки с комфортностью и индексом качества жилой среды. В данных дебатах вызывают тревогу два чрезвычайно спорных момента: во-первых, отстаивание идеи застройки городов малоэтажными зданиями; во-вторых, наличие типологической путаницы, когда сверхплотная многоэтажная и повышенной этажности застройка называется высотной.

По первому вопросу хотелось бы сказать, что рассматривать малоэтажную застройку реальным способом решения проблем высокоурбанизированной среды не представляется возможным. Заполнение планировочных резервов, имеющихся в структуре высокоурбанизированных территорий, малоэтажной коттеджной застройкой не будет способствовать повышению индекса качества жилой среды, так как данный тип зданий чрезвычайно неэффективно расходует территориальные ресурсы, включая озелененные участки, не способствует формированию общегородских пространств, а также развитию общественно-деловой и социально-досуговой инфраструктуры. Поэтому по меньшей мере неубедительно выглядят комментарии значительной части руководителей городских и областных структур, а также ряда архитекторов, ссылающихся на где-то и когда-то проведенные опросы, по результатам которых делается попытка сформировать мнение о том, что идеальным жильем для людей, проживающих в России, является коттедж. Малоэтажная застройка не имеет никакого отношения к городскому образу жизни и высокоурбанизированной городской среде.

По второму вопросу, затрагивающему типологическую путаницу, следует уточнить, что в России к высотным зданиям относят здания, имеющие высоту 75 м и более (примерно 25 этажей), за рубежом высотными считаются здания, достигшие отметки 100 м и более. Поэтому критика в адрес антигуманной среды во многих новых жилых комплексах и райо-

нах, высказываемая противниками высотного строительства, вполне справедлива, с той лишь поправкой, что никакого отношения эти новостройки к высотному строительству не имеют. Массовая, безликая и сверхплотная застройка жилыми зданиями высотой от 9 до 24 этажей, построенными по устаревшим технологиям, имеющими минимальный набор обслуживающих функций, действительно не отвечает задачам современности.

В 2009 г. Российская академия архитектуры и строительных наук (РААСН) опубликовала документ «Прогноз развития фундаментальных исследований в области архитектуры, градостроительства и строительных наук до 2030 года». В числе авторов именитые и авторитетные теоретики и практики отечественной архитектуры – И.А. Бондаренко, В.А. Ильичев, Г.З. Каганов, И.Г. Лежава, А.Г. Раппапорт, С.О. Хан-Магомедов и другие. Данный документ представляет интерес наличием информации об основных направлениях фундаментальных исследований в области архитектуры, описанных в разделе «Новая парадигма формирования городских и сельских поселений – пути к социальной интеграции». Отмечается, «что на фоне современного общемирового архитектурно-градостроительного и жилищного процесса простое наращивание объемов жилищного фонда в сложившихся формах домостроения больше невозможно, так как грозит дегуманизацией городской среды в национальном масштабе. Несмотря на радикальную смену системы хозяйствования и переход к рыночной экономике, жилищное строительство в городах продолжает идти по неизменному пути наращивания плотности городской застройки, не давая массовым субъектам свободного рынка (как юридическим, так и физическим лицам) никакого выбора в типе жилья и среды проживания. Перенаселенность территории при растущей автомобилизации приводит к росту психических нагрузок и агрессивности горожан, разобщенности, ухудшению здоровья жителей. Заодно дискредитируется роль города как катализатора и диспетчера культурного процесса в обществе. Это и требует выработки новой парадигмы формирования городских и сельских поселений» [8].

В основе всех современных концепций формирования качественной и комфортной городской среды лежит принцип смешанного использования территории, пришедший на смену жесткому зонированию городов на жилые, промышленные, деловые и рекреационные зоны. Подобные взгляды легли в основу градостроительной концепции «новый урбанизм» (New Urbanism), которая продвигает идею воз-

рождения небольшого «компактного города» (или района), в противоположность разрастающимся, доступным только на автомобилях пригородам. Признанный во всем мире выдающийся архитектор Ричард Роджер в своей книге «Города для маленькой планеты» (Richard Rogers, «Cities for a small planet»), вышедшей в 1997 г., развивает идею формирования «компактного города» и выступает за максимально плотную застройку на любых неиспользуемых городских участках, которая должна совмещать самые разнообразные виды человеческой деятельности, что будет способствовать активному общению горожан. По мнению Ричарда Роджера, создание современного «компактного города» требует отказа от монофункциональной застройки и доминирования автомобилей; одним из основных критериев компактного города является его полицентричность; застройка должна развиваться вокруг центров социальной и коммерческой активности, интегрированных с узлами общественного транспорта; здания должны быть невесомыми, прозрачными, полностью проницаемыми для света, воздуха и для людей, т. е. зданиями, которые перестают отнимать поверхность земли у города и возвращают ее людям.

Что же касается высотного строительства, то мировая практика демонстрирует активный поиск приемов использования именно высотной застройки для гуманизации городской среды и формирования современного «компактного города» [9–12]. Наглядным и полезным опытом являются приемы создания высокоурбанизированной жилой среды в Сингапуре. Пройдя долгий путь поиска оптимального решения, сложилась структура высотных жилых комплексов с обслуживанием. Высотная застройка, концентрируя жилые ячейки по вертикали, позволяет максимально эффективно использовать ценный земельный ресурс для создания комфортной жилой среды, объединяя городскую образ жизни с природным окружением. Все современные государственные жилые комплексы имеют развитую благоустроенную территорию, насыщенную элементами, необходимыми для здорового образа жизни (детские и спортивные площадки, зеленые зоны для отдыха и прогулок и т. п.). Для размещения обслуживающих функций и общественных пространств используется не только территория земли, но и крыши паркингов, «клубные» этажи, интегрированные в структуру высотных башен.

В качестве примера можно привести комплекс «SkyVille @ Dawson» – это новый взгляд на государственное жилье в Сингапуре (рис. 1). Проект разработан известным сингапурским архитектурным бюро WOHA по заказу

Совета по жилищному строительству и развитию (HDB). Решается проблема формирования чувства общности у людей, живущих в огромном комплексе (960 квартир, 47 этажей). Предлагается идея формирования более камерных «сообществ» в структуре трех грандиозных высотных зданий. Для этого каждая башня делится по высоте общественными пространствами на четыре 11-этажных блока – «sky villages», в общей сложности получается 12 блоков. Каждая «sky villages» включает в себя 80 квартир, имеющих возможность пользоваться просторной общественной террасой, превращенной в зеленую зону для отдыха и общения. Один из важнейших элементов концепции – гибкая планировка квартир, способная реагировать на разный «образ жизни». Отсутствие внутренних несущих стен позволяет создавать варианты планировочных решений по желанию жильцов с учетом размера семьи и образа жизни.

Для квартир «5-room flats» предлагается три варианта планировки: «Base Option» с тремя спальнями: главная спальня (Master bedroom) с собственной ванной стандартной планировки и еще две дополнительные спальни; «Master Suite Option» имеет более развитую зону главной спальни и только одну дополнительную спальню; «Open-Plan Living Room Option» – акцент сделан на развитии пространства гостиной / столовой (living/dining), тем самым давая возможность для организации домашнего «мини-офиса» (см. рис. 1) [9].

Под пристальным вниманием находится пожилое население Сингапура. Эксперты изучают проблемы старения населения, ожидается, что к 2050 г. примерно каждый четвертый в Сингапуре будет в возрасте 65 лет и старше. Для этой категории разработана специальная государственная программа (Senior Priority Scheme – SPS) и типология квартир – «2-room



Рис. 1. Жилой комплекс «SkyVille @ Dawson», 2015 г., архитектурное бюро WOHA

Flexi». При формировании жилых комплексов для пожилых решаются задачи сочетания небольших квартир с системой социальной поддержки и медико-санитарной помощи. Вблизи строятся центры для пожилых людей, где они могут получить широкий спектр услуг. При этом стараются избежать проблем, связанных с формированием больших и достаточно изолированных сообществ пожилых людей. Идет поиск объемно-планировочных решений жилых комплексов, позволяющих смешивать разные возрастные группы населения и не отрывать пожилых людей от привычного городского образа жизни, изолируя в загородных пансионатах. Качественное жилье, здравоохранение, общественные и развлекательные объекты предоставляются для удовлетворения потребностей как молодых, так и пожилых людей. Например, жилой комплекс «SkyTerrace@Dawson» решает проблему жизни

семей, состоящих из нескольких поколений. Комплекс состоит из пяти башен (40, 43 этажа). Башни соединяют зеленые мосты с общественными функциями. Ключевая инновация – это сочетание больших квартир-лофтов (г-образные блоки) и небольших квартир-студий (линейные блоки). Эти квартиры можно использовать независимо друг от друга или объединять. Объединение квартир открывает дополнительные возможности для больших семей, состоящих из нескольких поколений, или для развития домашнего офиса (рис. 2) [9].

Приведенные примеры относятся к категории доступного государственного жилья, но и коммерческие здания, включающие офисные и гостиничные функции, не отстают по уровню инновационных решений, повышающих индекс качества жилой среды Сингапура. Рассмотрим два объекта, в которых городские общественные пространства получают вертикальный вектор

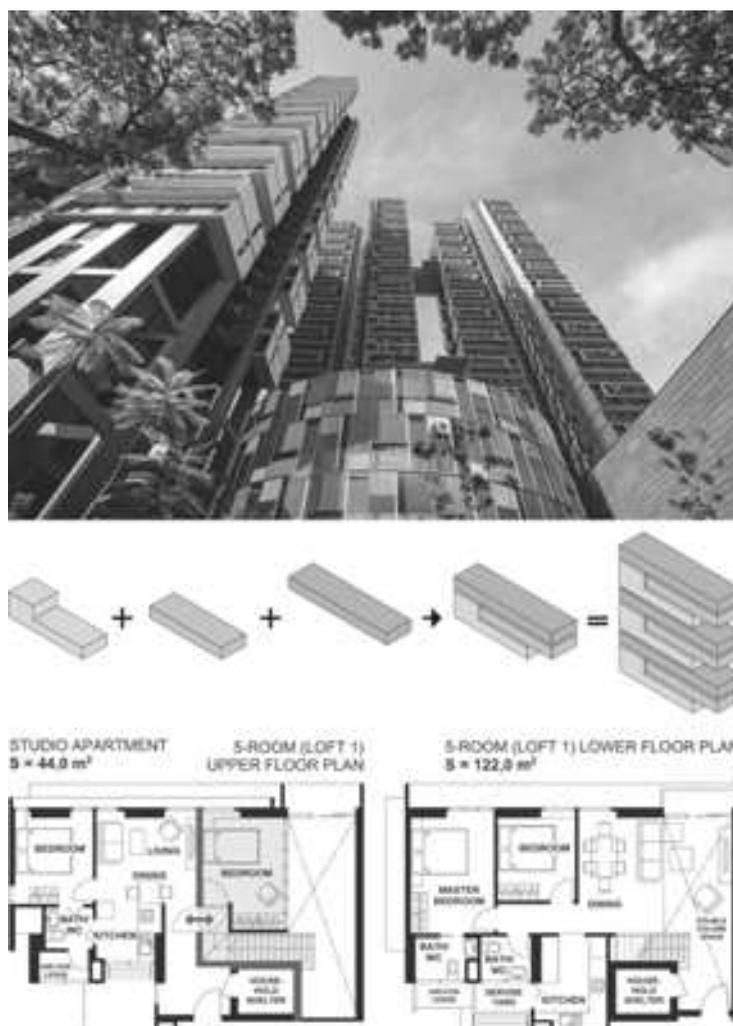


Рис. 2. Жилой комплекс «SkyTerrace@Dawson», 2015 г., архитектурное бюро SCDA

развития. В небоскребе «18 Robinson» (180 м, 28 этажей) отражена динамика современного Сингапура благодаря нестандартной интеграции торговой и офисной функций. Два основных объема, парящая кристаллическая 20-этажная офисная башня и 8-этажный торговый подиум, разделены открытым общественным пространством, организованным на крыше торгового блока. Городская жизнь свободно проникает в здание благодаря наличию огромного атриума, вокруг которого организованы офисное лобби, магазины и точки общественного питания (рис. 3) [13].

Отель «New Futura» (160 м, 36 этажей) расположен в оживленном центральном районе Сингапура. В двух 36-этажных башнях переплетаются общественные и этажи с жилыми ячейками благодаря организации шести «небесных террас», расположенных с разными интервалами и включающих панорамные бассейны и разнообразные зоны отдыха. Особо следует отметить, что две

башни занимают только 25 % от общей площади участка, освободив оставшуюся площадь для рекреационных и обслуживающих функций, таких как бассейны, игровые площадки и беседки, беговые дорожки, рестораны для гурманов и клуб. «Небесные террасы» и террасы на крыше – это больше, чем просто удобства для жителей отеля, они уменьшают «парниковый эффект» и помогают отводить ливневые воды (рис. 4) [14].

Рассмотренные примеры показывают, что высокая плотность застройки, полученная благодаря использованию высотных зданий, позволяет создать комфортную, ориентированную на людей, и гуманную жилую среду, соразмерную человеческому масштабу на уровне развитой и благоустроенной прилегающей территории, возможность получить которую, в условиях ограниченных земельных ресурсов, как раз и дает концентрация полезной площади зданий по вертикали, а не «расползание» по горизонтали.



Рис. 3. Небоскреб «18 Robinson», 2018 г., архитектурное бюро KPF



Рис. 4. Высотный комплекс «New Futura», 2017 г., архитектурное бюро Skidmore, Owings & Merrill

Выводы. «Образ жизни» людей, на наш взгляд, является главным фактором, воздействующим на поиск типологически новых зданий, создание новой жилой городской среды. Это своего рода система поведения человека и семьи. Под воздействием политических, идеологических, экономических, социальных, культурных и других факторов образ жизни постоянно меняется, что в свою очередь требует от архитекторов, градостроителей и других специалистов, участвующих в формировании комфортной и удобной жилой городской среды, внимательного изучения изменяющихся процессов и своевременного реагирования на такие изменения.

Но следует отметить и обратное воздействие. Это когда сформированная жилая среда активно трансформирует и формирует другой образ жизни людей, и порой не тот, о котором мечтал или мечтает человек. Как отмечают социологи, российское общество не имеет еще необходимой целостности и устойчивости образа жизни. Идет дифференциация по доходам, по уровню жизни на низшие и высшие группы, изменяется характер труда, досуга, социальная активность, социальный климат внутри семьи, коллектива, общества и пр.

В результате проведенного исследования, а также на основе анализа данных риэлторов, касающихся востребованности горожанами жилой среды, можно создать определенный архитектурный образ, своего рода «макет» объемно-планировочного типологического элемента. На наш взгляд, это жилое либо многофункциональное здание или комплекс зданий с развитой структурой обслуживающих функций, которые находятся непосредственно в структуре этого здания или комплекса. В связи с тем, что обслуживающие функции, к которым необходимо отнести: гаражи, крытые стоянки для личного транспорта, торговые, культурно-развлекательные, детские, физкультурно-оздоровительные учреждения, зоны отдыха и пр., могут быть размещены лишь при достаточно большом количестве проживающих, то мы ведем разговор о высотных многофункциональных зданиях либо комплексах с обслуживанием. И только таким образом возможно создать для определенной категории людей удобное, комфортное современное жилье.

Кроме этого, необходимо отметить, что одной из серьезнейших проблем при создании достойной комфортной городской среды, создания новых типов квартир, жилых зданий является бедность населения российского общества, которая, как было отмечено выше, является составным компонентом образа жизни. В начале 2019 г., по данным Росстата, порядка 20 млн. человек, что составляет 15 % населения России, имели доходы ниже прожиточного минимума. При этом возраст среднестатистиче-

ского бедного находится в пределах 46–48 лет. Происходящие перемены в постсоветской России, их воздействие на образ жизни людей должны тщательно изучаться, быть под постоянным и пристальным вниманием архитекторов. Образ жизни является базовым, основополагающим фактором при создании новых типологических структур в архитектуре жилых зданий, в архитектуре городов будущего.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Generalov V.P., Generalova E.M.* Influence of Human Lifestyle on Creating Typological Structure of Residential Urban Environment. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020, 012045. DOI: 10.1088/1757-899X/775/1/012045.
2. *Скрипачева И.А.* Городской образ жизни как составляющая часть культурной системы общества // Культурное наследие России. 2015. № 2. С. 71–76.
3. *Андреанова В.А.* Исследование городского образа жизни разных по размеру городов // Психология, социология и педагогика. 2015. № 6 (45). С. 172–175.
4. *Моргунов Е.В., Мамаев С.М.* Развитие городов через призму качества жизни населения // Вестник Томского государственного университета. Экономика. 2017. № 38. С. 26–42.
5. *Гельфонд А.Л.* Архитектура общественных пространств. М.: Научно-издательский центр ИНФРА-М, 2019. Сер. Научная мысль. 412 с.
6. *Крашенинников А.В.* Локальные центры в пространстве мегаполиса // Innovative Project. 2016. Т. 1. № 4 (4). С. 60–65.
7. *Дубынин Н.В.* Архитектура многофункциональных зданий и новые строительные системы // Жилищное строительство. 2014. № 5. С. 63–66.
8. РААСН. Прогноз развития фундаментальных исследований в области архитектуры, градостроительства и строительных наук до 2030 года // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2009. № 3. С. 6–14.
9. *Генералова Е.М.* Высотные жилые комплексы как форма массового доступного жилья: монография. Самара: СамГТУ, 2019. 272 с.
10. *Зуева П.П.* Высотное здание в городской среде // Актуальные проблемы строительства, экологии и энергосбережения в условиях Западной Сибири: сборник материалов международной научно-практической конференции: в 3 т. / Тюменский государственный архитектурно-строительный университет. Тюмень, 2014. С. 98–104.
11. *Семикин П.П.* Высотные здания как платформы для экспериментов // Особенности архитектуры и конструирования высотных зданий: сборник трудов / Московский государственный академический художественный институт имени В.И. Сурикова при Российской академии художеств. М., 2017. С. 158–166.
12. *Generalova E., Generalov V.* Mixed-Use High-Rise Buildings: A Typology of the Future. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020, 753, 022062. DOI:10.1088/1757-899X/753/2/022062.

13. 18 Robinson [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kpf.com/projects/18-robinson> (дата обращения: 12.11.2020).

14. New Futura [Электронный ресурс]. URL: https://www.som.com/projects/new_futura (дата обращения: 12.11.2020).

REFERENCES

1. Generalov V.P., Generalova E.M. Influence of Human Lifestyle on Creating Typological Structure of Residential Urban Environment. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020, 012045. DOI: 10.1088/1757-899X/775/1/012045.

2. Skripacheva I.A. Urban way of life as a constituent part of the cultural system of society. *Kul'turnoye naslediyе Rossiі* [Cultural Heritage of Russia], 2015, no. 2, pp. 71-76. (in Russian)

3. Andrianova V.A. Study of the urban lifestyle of cities of different sizes. *Psikhologiya, sotsiologiya i pedagogika* [Psychology, Sociology and Pedagogy], 2015, no. 6 (45), pp. 172-175. (in Russian)

4. Morgunov E.V., Mamaev S.M. Development of cities through the prism of the quality of life of the population. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomika* [Bulletin of the Tomsk State University. Economy], 2017, no. 38, pp. 26-42. (in Russian)

5. Gelfond A.L. *Arkhitektura obshchestvennykh prostanstv* [The architecture of public spaces]. Moscow, Nauchno-izdatel'skiy tsentr INFRA-M Publ, 2019. 412 p.

6. Krashennnikov A.V. Local centers in the space of a megalopolis. *Innovative Project*, 2016, vol. 1, no. 4 (4), pp. 60-65. (in Russian)

7. Dubynin N.V. Architecture of multifunctional buildings and new construction systems. *Zhilishchnoye stroitel'stvo* [Housing Construction], 2014, no. 5, pp. 63-66. (in Russian)

8. RAASN. Forecast of the development of fundamental research in the field of architecture, urban planning and construction sciences until 2030. *Akademicheskii vestnik UralNIIProyekt RAASN* [Academic Bulletin UralNIIProyekt RAASN], 2009, no. 3, pp. 6-14. (in Russian)

9. Generalova E.M. *Vysotnyye zhilye komplekсы kak forma massovogo do-stupnogo zhil'ya* [High-rise residential complexes as a form of mass affordable housing]. Samara, Samarskiy Gosudarstvennyy Tekhnicheskii Univ., 2019. 272 p. (in Russian)

10. Zueva P.P. High-rise building in the urban environment. *Sbornik materialov mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Aktual'nyye problemy stroitel'stva, ekologii i energosberezheniya v usloviyakh Zapadnoy Sibiri»* [Proc. of the international scientific and practical conference: in 3 volumes «Actual problems of construction, ecology and energy conservation in Western Siberia»]. Tyumen State University of Architecture and Civil Engineering, 2014, pp. 98-104. (in Russian)

11. Semikin P.P. High-rise buildings as a platform for experiments. *Sbornik trudov «Osobennosti arkhitektury i konstruirovaniya vysotnykh zdaniy»* [Proc. of the Moscow State Academic Art Institute named after V.I. Surikov at the Russian Academy of Arts «Features of architecture and construction of high-rise buildings»], 2017, pp. 158-166. (in Russian)

12. Generalova E., Generalov V. Mixed-Use High-Rise Buildings: A Typology of the Future. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020, 753, 022062. DOI:10.1088/1757-899X/753/2/022062

13. 18 Robinson. Available at: <https://www.kpf.com/projects/18-robinson> (accessed 12 November 2020)

14. New Futura. Available at: https://www.som.com/projects/new_futura (accessed 12 November 2020)

Об авторах:

ГЕНЕРАЛОВ Виктор Павлович

кандидат архитектуры, профессор, заведующий кафедрой архитектуры жилых и общественных зданий

Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: vp_generalov@mail.ru

ГЕНЕРАЛОВА Елена Михайловна

кандидат архитектуры, профессор кафедры архитектуры жилых и общественных зданий Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: generalova-a@yandex.ru

GENERALOV Viktor P.

PhD in Architecture, Professor, Head of the Architecture and Residential and Public Buildings Chair Samara State Technical University

Academy of Architecture and Civil Engineering 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244 E-mail: vp_generalov@mail.ru

GENERALOVA Elena M.

PhD in Architecture, Professor of the Architecture and Residential and Public Buildings Chair Samara State Technical University

Academy of Architecture and Civil Engineering 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244 E-mail: generalova-a@yandex.ru

Для цитирования: Генералов В.П., Генералова Е.М. Образ жизни, архитектура и качество городской среды // Градостроительство и архитектура. 2021. Т. 11, № 1. С. 160–168. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.01.20.

For citation: Generalov V.P., Generalova E.M. Lifestyle, Architecture and Quality of the Urban Environment. *Gradostroitel'stvo i arkhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2021, vol. 11, no. 1, Pp. 160–168. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2021.01.20.

Е. В. ШЛИЕНКОВА**А. В. ДОЛГОВА****АССОЦИАТИВНЫЙ ЛАНДШАФТ В ПРОСТРАНСТВЕ
ВИЗУАЛЬНО-СЕМИОТИЧЕСКОГО ОПЫТА****ASSOCIATIVE LANDSCAPE IN THE SPACE
OF VISUAL AND SEMIOTIC EXPERIENCE**

Статья посвящена понятию ассоциативного ландшафта и феномену визуальной природы его восприятия. Целью работы является изучение знаково-символических образов природы на примере культурного ландшафта и их визуализация в графическом дизайне. В статье рассматриваются особенности ассоциативных ландшафтов, семиотическая концепция культурного ландшафта и его смысловое прочтение как текста, концепции семиосферы и ноосферы. Объектом исследования является ассоциативный ландшафт как особый тип восприятия пространства, в основе которого лежит визуально-семиотический язык. Предмет исследования – культурный ландшафт как визуально-пространственная категория, выраженная в знаково-символических образах и непосредственно связанная с природной средой.

Ключевые слова: ассоциативный ландшафт, культурный ландшафт, семиосфера, ноосфера, знаковая система

The article is devoted to the concept of an associative landscape and the phenomenon of the visual nature of its perception. The aim of the work is to study the sign-symbolic images of nature on the example of a cultural landscape and their visualization of graphic design. The article examines the features of associative landscapes, the semiotic concept of the cultural landscape and its semantic reading as a text, the concept of semiosphere and noosphere. The object of the research is the associative landscape as a special type of space perception based on a visual-semiotic language. The subject of the research is the cultural landscape as a visual-spatial category, expressed in sign-symbolic images and directly related to the natural environment.

Key words: associative landscape, cultural landscape, semiosphere, noosphere, sign system

На данный момент проблема глобализации экологического поведения и взаимоотношения человека и природы актуальна как никогда. Одной из важнейших концепций, пытающихся обосновать позицию пользователя-исследователя-путешественника-художника, является концепция культурного ландшафта.

В. Л. Каганский, специалист в области теоретической географии и теории классификации, считает, что ландшафт целесообразно воспринимать через призму тех образов коллективного и индивидуального сознания, которые в совокупности могут быть названы ментальностью. Такое символическое наполнение образов территории создает особый способ самопрезентации пространства, при котором наиболее яркими идентификаторами природной среды являются образы его самоописания [1]. Отображением чувственного восприятия территории могут служить своего рода образы-мифы, которые появляются в сознании человека на основе его интеллектуальных, эмоциональных, культурно-ценностных установок,

отображающихся как в индивидуальном, так и коллективном отношении к территории. Большинство людей живет прежде всего в реальности, искаженной их мироощущением, так называемая параллельная реальность восприятия, где знаково-символический образ пространства оказывает на них большее влияние, чем сама территория. Собственно поэтому в ландшафте, в понимании его как материальной субстанции, мало кто существует. Ведь обладая интуицией и внутренним ощущением пространства, человеку важен в первую очередь образ места, то, как он ощущает себя в нем. Поэтому очевидно, что, находясь на конкретной территории, человек наполняет её своим мировосприятием и становится своеобразным творцом, автором данной территории – создателем ассоциативного образа ландшафта.

Идея символического восприятия пространства также находит свое отражение в трудах О. А. Лавреновой, а именно авторской семиотической концепции культурного ландшафта. Исследователь считает, что осмысление

ландшафта строится на основе раскладывания его образов через метафорические сюжеты – ментальные гештальты культуры [2]. Другими словами, образование культурного ландшафта происходит через формирование пространственных образов территории и напрямую влияет на её восприятие.

В мировой практике изучения культурного и природного ландшафтного пространства часто используется такое понятие, как «ассоциативный ландшафт». Данный термин определяет знаково-символическое наполнение пространственных образов территории, что вызывает у человека эмоции и внутренние переживания, на основе которых выстраивается определенная связь с местом. Такие ландшафты имеют наиболее выраженное проявление в художественной литературе и изобразительном искусстве, так как информация о месте наиболее ярко воплощается в поэтических и визуальных образах. Важно понимать, что создатели таких гештальтов через свои произведения напрямую влияют на формирование тех или иных представлений большого количества людей, а также принципы восприятия природной территории в сознании человека [3, 4].

Постижение природы невозможно без духовного наполнения окружающего мира, его сакрализации. Поэтому природный ландшафт может вызывать у человека весь спектр эмоций – от благоговейного трепета до необъяснимого страха. На основе этих ощущений происходит его первичное осмысление. Исследование же ассоциативного ландшафта как знаково-символической системы представляется особенно важным для объяснения таких понятий, как «инсайт» – творческое озарение и «катарсис» – очищение души.

Основной тезис в семиотическом осмыслении культурного ландшафта заключается в том, что любой природный объект в географической плоскости наполнен символическим значением [5]. Носителями такой информации могут быть исторические факты, визуальные и поэтические формы, а также цвет, запах и звук, которые позволяют составить целостное представление о месте в контексте его самоидентификации. Нам даётся уникальная возможность считывать культурный ассоциативный ландшафт через систему калейдоскопа символов, где от каждого поворота восприятия зависит, как сложится наша картина представления о нем. Следовательно, знаково-символические образы могут наслаиваться друг на друга, образуя индивидуальное ощущение места.

Культуролог-семиотик Л.Ф. Чертов считает, что любое символическое пространство в своем семиотическом смысле превращается

в текст [6]. Это утверждение представляется крайне важным для понимания специфики ассоциативного ландшафта. Всеобъемлющее пространство знаков, которое окружает человека, способно сформировать уникальную символическую действительность. Человек является исследователем этих значений и, расшифровывая пространственные коды, придает им собственную эмоциональную окраску. Осмысление специфики культурного ландшафта происходит через особую форму взаимоотношения человека и природы, и все это можно представить как единое целое в виде разного рода текстов. Человек склонен отождествлять себя с конкретным местом, и чем больше его осознанность восприятия, способность к раскрытию смыслов культурного ландшафта через символические и узнаваемые образы, тем глубже сопричастность с данной территорией.

Сегодня символическое присвоение ландшафта становится особым фетишем. Социальные сети заполнены «travel» и «lifestyle» блогами. Самыми распространенными становятся путешествия по трехмерным картам местности с помощью технологий виртуальной и дополненной реальности. Тем самым, не побывав физически на данной территории, у человека складывается весьма категоричное отношение к ней, что напрямую влияет на выбор того или иного маршрута и собственно готовность отправиться в путь. Мы становимся свидетелями особого типа коммуникации человека и природы, трансляции упрощенной модели прочтения культурного ландшафта как текста. Зачастую его обесценивания.

Если вернуться к «теории ноосферы», то можно вспомнить утверждение В.И. Вернадского о том, что разумная человеческая деятельность, а именно мысли и действия, оказывают большое влияние на природную среду. Он считал, что разум человека обладает невероятными возможностями и способен воссоздать гармонию во всем мире [7]. Но сейчас мы наблюдаем обратное: человек демонстрирует своими действиями скорее разрушительное влияние на природу. Рассматривая категорию ассоциативного ландшафта в этой сфере его смыслоописания, можно сделать вывод, что мышление человека способно оказывать как позитивное, так и негативное воздействие на окружающую среду.

Еще одно понятие, развивающее понятие «сферы», ввел Ю.М. Лотман – «семиосфера». Данная категория изначально представляла собой систему знаковых кодов одной культуры и не имела территориального распространения. Но с возникновением полиморфизма пространственных структур мировая культура

стала состоять из множества семиосфер. Это значит, что семиотические коды пронизывают сеть многочисленных капилляров всё географическое пространство. Элементы ландшафта являются своеобразными сигналами, побуждающими начало семиотических процессов. Поэтому горы, поля, овраги и другие природные элементы являются материальным воплощением символического пространства и могут стать частью узнаваемого ландшафта.

Категория ассоциативного ландшафта подразумевает насыщение географического пространства сакрально-символическими образами, которые могут быть описаны через перцепционную связь ментальных форм в сознании индивида и быть распознаны как текст. Важно осознавать, что такой ландшафт не может иметь четкой структуры, так как считывание символов может происходить абсолютно в любом порядке и характеризоваться лишь абстрактными представлениями о данном месте. А способы прочтения могут осуществляться с помощью семиотических кодов культуры, выражающихся в устных и графических образах, связанных с определенным местом и представляющих местную культуру, а также в физическом опыте путешествия [7].

В целом мы можем выделить две категории семиотического пространства: это, в первую очередь, материальные символы, описываемые Р. Арнхеймом как метафоры предметного мира, которые могут быть выражены посредством чувств [8]. А также глубинные знаковые формы, соотносимые с архетипами человеческого бытия. Так, например, во многих религиях мира считалось, что через мировую гору проходит ось

мира, объединяющая небо и землю, духовное и материальное. Стоит отметить, что человек может лишь воспринимать знаки, но создавать их могут все природные формы и явления – флора, фауна, ветер, солнце и др. Все вокруг человека так или иначе производит значения и смыслы, которые формируются в устойчивую систему восприятия пространства [9].

Так, зримой ценностной природой идентификации территории обладает традиционная живопись как один из важных инструментов, формирующих устойчивые символические образы в сознании человека. Например, образ горной местности в буддийских изображениях – тхангках, предназначенных для охраны своих владельцев от злых духов и порчи или религиозных праздников, а также в визуальной системе Шамбалы в религиозной культуре Тибета (рис. 1). Оба иконографических метода являются особым типом визуального наблюдения и фиксации событий. Следуя строгим канонам воспроизведения сюжета, мастер может позволить себе небольшую импровизацию только в проработке ландшафта или его декоративных мотивах. Осознанная анонимность изобразительного языка и сам процесс медитации, для которого и создаются эти «тексты», – особое поле самонастройки и передачи духовного опыта.

Совершенно другая визуальная магия у представителей национальных школ дизайна, работающих в жанре плаката. Основатель Art A&B Design доцент Пекинского института графических коммуникаций Ли Сюй в серии своих постеров задает особый ритм, пульсацию горных пейзажей. Движение внутри пространства становится особым символическим испы-



Рис. 1. Природные элементы на изображениях тхангки и Шамбалы

танием, исследованием лабиринта, тактильным контактом с территорией. Зритель оказывается включенным в процесс одновременно отстраненного и активного созерцания, наблюдения за собственным внутренним состоянием (рис. 2).

Японский дизайнер Икко Танака предпочитает сочетать принципы модернизма и эстетику традиции иероглифа (рис. 3). В его работах плотность и жесткость «пятна-лекала» смягчается градиентом и мелкой структурой напыления, что позволяет нам буквально почувствовать материальность невидимого – пыль и воздух через шероховатость бумаги.

Особое место в русской школе плаката занимает Игорь Гурович, который считает, что плакат организует среду и проявляет ее культурные коды. В его работах приемы конструктивизма соседствуют с подвижной, мимикрирующей типографикой, раслаивая двухмерное пространство листа, постоянно переключая наше внимание, делая его многослойным и метафоричным (рис. 4).

Визуальные интерпретации природной среды бесконечны: в китайской графике мы воспринимаем пространство через призму замершего на мгновение «космоса», в какой-то

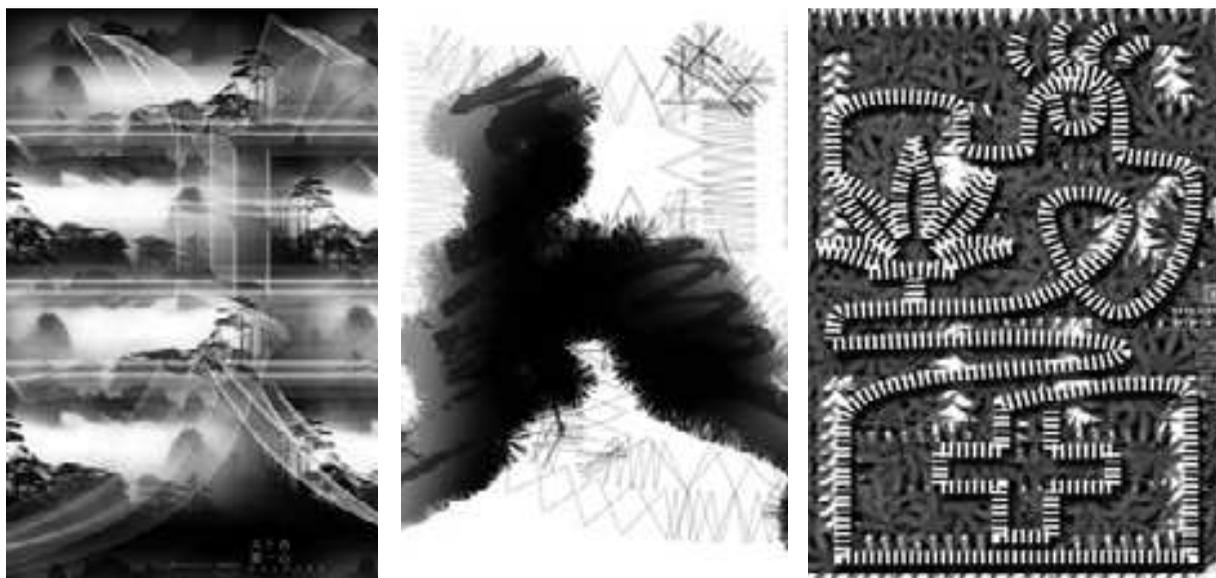


Рис. 2. Постеры китайского дизайнера Ли Сюй



Рис. 3. Работы японского дизайнера Икко Танака

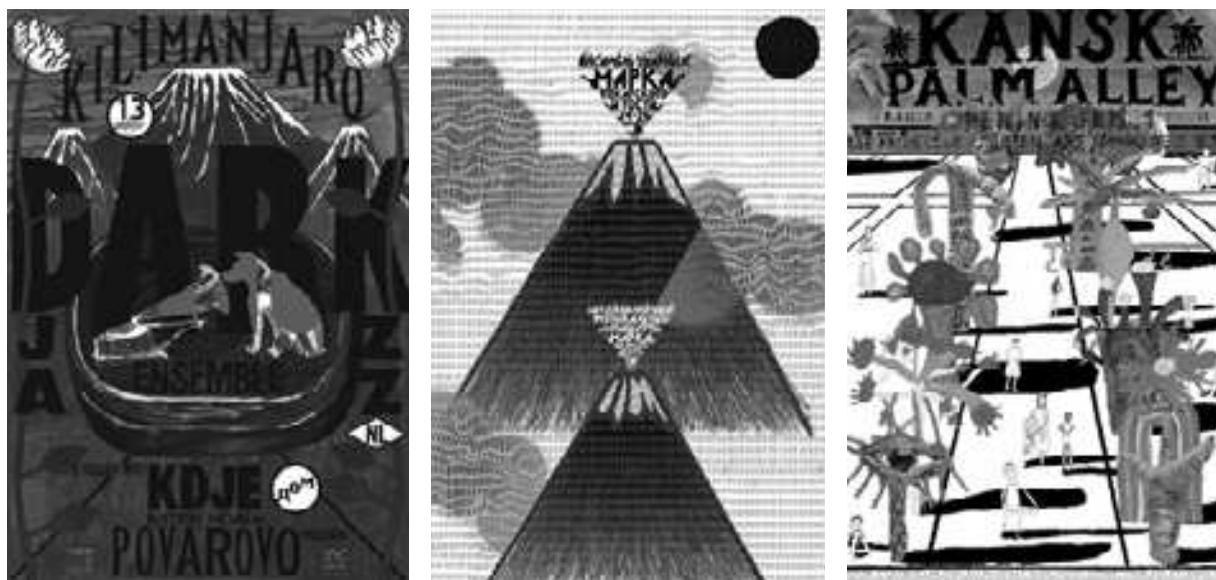


Рис. 4. Плакаты российского художника-графика и дизайнера Игоря Гуровича

степени религиозной недостижимости природных символов; японской – акцент на тактильное восприятие цвета и формы, открытость/незавершенность сюжета; русской – важен конструктивный разбор символов и геометрических образов. Индивидуальное ощущение пространства не только дополняет, но вполне может видоизменять и коллективные представления о месте, управлять вниманием и формировать в какой-то мере стереотипный образ-миф территории. И чем сильнее прослеживается ассоциативная и символическая значимость этих пространственных представлений, тем важнее сохранить первообраз реальных ландшафтов.

Вывод. Формирование культурного ландшафта – естественный процесс взаимоотношений человека и природы, который невозможен без семиотизации среды, формирования ее знаково-символического содержания, поскольку связан с пространственным понятием, не поддающимся логике и рациональным категориям. А. Геттнер, основатель хорологической научной школы, определил данное понятие как «поэзию ландшафта», специфика которого в изучении эстетических особенностей культурного ландшафта, его духовной составляющей [4]. Этот процесс является результатом сотворчества человека и природы и в целом может быть обозначен как глобальный процесс формирования гуманного экологического поведения по отношению к природе. Ассоциативный ландшафт приобретает особую значимость и ценность в поиске новых форм визуального выражения и самоидентификации места, человека и его культурного кода.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Каганский В. Л. Исследование российского культурного ландшафта как целого и некоторые его результаты // Международный журнал исследований культуры. 2011. № 4 (5). С. 26–40.
2. Лавренова О. А. Культурный ландшафт как метафора // Философские науки. 2010. № 6. С. 92–101.
3. Лавренова О. А. Пространственность культуры: грани научной школы Ю. А. Веденина. М.: Институт научной информации по общественным наукам РАН, 2017. 250 с.
4. Тикунова С. В. Знаково-символические образы природы в культурно-исторических типах ландшафта // НОМОТНЕТКА: Философия. Социология. Право. 2017. 250 с.
5. Лавренова О. А. Географическое пространство в русской поэзии XVIII – начала XX в. (геокультурный аспект). М.: Институт Наследия, 1998. 128 с.
6. Чертов Л. Ф. К семиотике пространственных кодов // Семиотика пространства: сб. науч. тр. Междунар. ассоц. семиотки пространства / под ред. А. А. Барабанова. Екатеринбург: Архитектон, 1999. С. 93–101.
7. Лавренова О. А. Семиотическая концепция культурного ландшафта. М.: Институт научной информации по общественным наукам РАН, 2019. С. 38–47.
8. Арнхейм Р. Динамика архитектурных форм. М., 1984. 300 с.
9. Кон Э. Как мыслят леса. К антропологии по ту сторону человека. М., 2018. 300 с.

REFERENCES

1. Kagansky V. L. Research of the Russian cultural landscape as a whole and some of its results. *Mezh-*

dunarodnyj zhurnal issledovaniy kul'tury [International Journal of Culture Research], 2011, no. 4 (5), pp. 26-40. (in Russian)

2. Lavrenova O.A. Cultural landscape as a metaphor. *Filosofskie Nauki* [Philosophical sciences], 2010, no. 6, pp. 92-101. (in Russian)

3. Lavrenova O.A. *Prostranstvennost' kul'tury: grani nauchnoj shkoly YU.A. Vedenina* [The spatiality of culture: the facets of the scientific school of Yu.A. Vedenin]. Moscow, Institute for Scientific Information on Social Sciences RAS, 2017. 250 p.

4. Tikunova S.V. Sign-symbolic images of nature in cultural and historical types of landscape. *NOMOTHETIKA: Filosofiya. Sociologiya. Pravo* [NOMOTHETIKA: Philosophy. Sociology. Law], 2017. 250 p.

5. Lavrenova O.A. *Geograficheskoe prostranstvo v russkoj poezii XVIII – nachala XX v. (geokul'turnyj aspekt)* [Geographical space in Russian poetry of the 18th – early 20th centuries. (geocultural aspect)]. Moscow, Institute of Heritage, 1998. 128 p.

6. Chertov L.F. On the semiotics of spatial codes. *Sbornik nauchnyh trudov Mezhdunarodnoj asociacii semiotiki prostranstva. Architecton* [Semiotics of Space: Collection of Scientific Papers of the International Association for Semiotics of Space], Ekaterinburg, 1999, pp. 93–101. (in Russian)

7. Lavrenova. O. A. *Semioticheskaya koncepciya kul'turnogo landshafta* [The semiotic concept of the cultural landscape]. Moscow, Institute for Scientific Information on Social Sciences of the Russian Academy of Sciences. 2019, pp. 38-47.

8. Arnheim R. *Dinamika arhitekturnyh form* [Dynamics of architectural forms]. Moscow, 1984.

9. Kon E. *Kak myslyat lesa. K antropologii po tu storonu cheloveka* [How forests think. Anthropology on the other side of man]. Moscow, Series “New Anthropology” EPUB, 2018. 344 p.

Об авторах:

ШЛИЕНКОВА Елена Викторовна

кандидат философских наук, доцент,
доцент кафедры инновационного проектирования
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: el.shlienkova@gmail.com

SHLIENKOVA Elena V.

PhD of Philosophy, Associate Professor of the Innovation Design Chair
Samara State Technical University
Academy of Architecture and Civil Engineering
443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya st., 194
E-mail: el.shlienkova@gmail.com

ДОЛГОВА Анастасия Вениаминовна

магистрант кафедры инновационного проектирования
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
ассистент графического дизайнера
Студия PIXEL – полиграфия, дизайн и реклама
432072, Россия, г. Ульяновск, пр. Генерала Тюленева, 4Б
E-mail: amethy1403@gmail.com

DOLGOVA Anastasia V.

Master's Degree Student of the Innovation Design Chair
Samara State Technical University
Academy of Architecture and Civil Engineering
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya st., 244
graphic designer assistant
PIXEL studio-printing, design and advertising
432072, Russia, Ulyanovsk, General Tyulenev Ave., 4B
E-mail: amethy1403@gmail.com

Для цитирования: Шлиенкова Е.В., Долгова А.В. Ассоциативный ландшафт в пространстве визуально-семиотического опыта // Градостроительство и архитектура. 2021. Т.11, № 1. С. 169–174. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.01.21. For citation: Shlienkova E.V., Dolgova A.V. Associative Landscape in the Space of Visual and Semiotic Experience. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2021, vol. 11, no. 1, Pp. 169–174. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2021.01.21.

ПРАВИЛА ПОДГОТОВКИ И ПРЕДСТАВЛЕНИЯ РУКОПИСЕЙ

Прием статей для публикации в научно-техническом журнале «Градостроительство и архитектура» осуществляется в постоянном режиме.

1. В редакцию журнала необходимо вместе с рукописью статьи представить следующие документы:

Сопроводительное письмо, подписанное руководителем организации, откуда исходит рукопись. Для аспирантов, соискателей и работников СамГТУ сопроводительное письмо представлять не требуется. Выписка из протокола заседания кафедры о публикации статьи в журнале.

Экспертное заключение о возможности опубликования, оформленное в организации, откуда исходит рукопись.

Внешняя рецензия, заверенная по месту работы рецензента.

Лицензионный договор.

2. Общие требования к оформлению документа:

*Формат страницы – А4, ориентация книжная
Шрифт текста рукописи – Times New Roman
Сут, размер 14pt*

Междустрочный интервал – 1,5

Общий объем рукописи (включая иллюстрации и таблицы) – 8–15 страниц формата А4.

Формулы следует набирать с использованием редакторов формул MathType 6 или MS Equation 3.0. Формула не должна содержать промежуточные преобразования.

*Иллюстрации выполняются черно-белыми (с хорошей проработкой деталей) в программах Corel Draw (с расширением *.cdr) или других редакторах (с расширением *.jpeg или *.tiff).*

Библиографический список размещается в конце текста статьи, нумерация дается в порядке последовательности ссылок. На все литературные источники должны быть ссылки в тексте [в квадратных скобках]. При ссылках на нормативные документы (СНиПы, ГОСТы) номер и название документа указываются непосредственно в тексте статьи (в круглых скобках). Библиографический список должен быть оформлен по ГОСТ Р 7.0.5-2008.

3. Структура размещения основных частей статьи:

индекс УДК

инициалы, фамилии авторов

название статьи на русском языке

название статьи на английском языке

аннотация на русском языке (не менее 10 строк)

аннотация статьи на английском языке

ключевые слова на русском языке (до 10 словосочетаний)

ключевые слова на английском языке

*текст статьи (предпочтительно с выводами)
библиографический список (не менее 5 наименований)*

библиографический список на транслитерации (References)

полные сведения об авторе(ах) на русском языке: фамилия, имя, отчество, ученая степень, звание, должность, контактные телефоны (с кодом города), e-mail автора(ов); наименование организации (с указанием почтового адреса учреждения), в которых работает автор(ы), на русском языке

полные сведения об авторе(ах) на английском языке (см. выше)

4. Рукописи, не соответствующие требованиям редакции, не рецензируются, не публикуются и не возвращаются авторам

5. Публикации в журнале подлежат только оригинальные статьи, соответствующие тематическим направлениям журнала и ранее не публиковавшиеся в других изданиях.

6. При положительном решении редакции об опубликовании научной статьи с автором(ами) заключается лицензионный договор. Вознаграждение (гонорар) за опубликованные научные статьи не выплачивается.

7. Редакция имеет право представлять материалы научных статей в российские и зарубежные организации, обеспечивающие индексы научного цитирования, а также размещать данные материалы на интернет-сайте журнала <http://journal.samgasu.ru>.

8. Авторский коллектив несет ответственность за непропорциональное использование в научной статье объектов интеллектуальной собственности, объектов авторского права или «ноу-хау» в полном объеме в соответствии с действующим законодательством РФ.

9. Авторские права на каждый номер журнала (в целом) принадлежат учредителю журнала – СамГТУ. Перепечатка материалов журнала без разрешения редакции запрещена, ссылки на журнал при цитировании обязательны.

Материалы научной статьи (рукопись статьи и сопроводительные документы к ней в печатном виде) должны быть отправлены по почте или доставлены лично по адресу: Россия, 443001, г. Самара, ул. Молодогвардейская, д. 194, Академия строительства и архитектуры, Самарский государственный технический университет. Редакция журнала «Градостроительство и архитектура» (каб. 307).

По всем вопросам, связанным с публикацией статей в журнале «Градостроительство и архитектура», обращаться к отв. секретарю Досковской Марии Сергеевне по тел. (846) 242-36-98, E-mail: vestniksgasu@yandex.ru, uc-arch@yandex.ru.

