

ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

ISSN 2542-0151
eISSN 2782-2109

№ 4 Т. 12
2022

URBAN CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ



САМАРА

На обложке Дворец Культуры Metallургов. Построен в 1959 году. Располагается в Кировском районе Самары. Главный фасад оформлен 8-колонным коринфским портиком и фронтоном с советской символикой. Слева и справа от главного портика размещены скульптурные группы. Главный вход оформляют чугунные фонари. Здание является объектом культурного наследия регионального значения.

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

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

ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

URBAN CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
Т. 12, № 4

САМАРА
2022

УДК 71+72

Градостроительство и архитектура=Urban construction and architecture. 2022. Т. 12, № 4. 182 с.

Учредитель:

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

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

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

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

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

Редакционная коллегия:

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. ВАХНИНА, д.т.н., профессор (Тольятти)
А.Д. 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. ЛОПАТОВ, 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., профессор
К.Л. ЧЕРТЕС, д.т.н., профессор
Н.Г. ЧУМАЧЕНКО, д.т.н., профессор
В.А. ШАБАНОВ, к.т.н., профессор
Д.А. ШЛЯХИН, д.т.н., доцент
А. БОРОДИНЕЦ, D.Sc., профессор (Рига, Латвия)
З. ВОЙЧИЦКИ, D.Sc., профессор (Вроцлав, Польша)
Г. РАДОВИЧ, D.Sc. arch., профессор (Подгорица, Черногория)
М. КНЕЗЕВИЧ, D.Sc., профессор (Подгорица, Черногория)
Я. МАТУШКА, Ph.D, доцент (Пардубице, Чешская Республика)
А. МОЧКО, Ph.D, доцент (Вроцлав, Польша)
С. ОГНЕНОВИЧ, Ph.D, профессор (Скопье, Македония)
М. ПРЕМРОВ, D.Sc., профессор (Марибор, Словения)
Д. САФАРИК, главный редактор 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)
E.A. AKHMEDOVA, 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., Prof.
K.L. CHERTES, D. Eng., Prof.
N.G. CHUMACHENKO, D. Eng., Prof.
V.A. SHABANOV, PhD in Engineering, Prof.
D.A. SHLYKHIN, D. Eng., Ass. Prof.
A. BORODINECS, D.Sc., Prof. (Riga, Latvia)
Z. WOJCICKI, D.Sc., Prof. (Wroclaw, Poland)
G. RADOVIC, D.Sc. arch., Prof. (Podgorica, Montenegro)
M. KNEZEVIC, D.Sc., Prof. (Podgorica, Montenegro)
J. MATUSKA, Ph.D., Ass. Prof. (Pardubice, Czech Republic)
A. MOCZKO, Ph.D., Ass. Prof. (Wroclaw, Poland)
S. OGNJENOVIC, Ph.D., Prof. (Skopje, Macedonia)
M. PREMROV, D.Sc., prof., (Maribor, Slovenia)
D. SAFARIK (Chicago, the USA)

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи,
информационных технологий и массовых коммуникаций
Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-68052 от 13 декабря 2016 года
Журнал включен с 01.12.2015 г. в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий,
в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций
на соискание ученой степени доктора и кандидата наук Журнал индексируется в системе РИНЦ
Каждой статье присваивается идентификатор цифрового объекта DOI
Индекс журнала в Объединенном каталоге «Пресса России»: 70570

Научное издание

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

Подписано в печать 12.12.2022 г. Выпуск в свет 26.12.2022 г.
Формат 60x90 1/8. Бумага мелованная. Печать офсетная.
Печ. л. 23,25. Тираж 300 экз. Заказ № 2045

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

Отпечатано в типографии ООО «Слово»:
443070, г. Самара, ул. Песчаная, 1; тел. (846) 267-36-82

ISSN (Print) 2542-0151
ISSN (Online) 2782-2109

© СамГТУ, 2022

Содержание

- СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ**
- 4 **Жигулина А.Ю., Пономаренко А.М.** Инновационные решения в проектировании систем мусороудаления для многоэтажных зданий
- 11 **Мордовский С.С., Францева Д.О.** Поиск оптимальной площади сечения арматуры внецентренно сжатых элементов кольцевого сечения
- 15 **Шепелев А.П., Ибатуллин Р.Р., Пищулев А. А.** Натурное испытание нагружением сборного комбинированного перекрытия жилого здания постройки начала 1950-х годов
- ВОДОСНАБЖЕНИЕ, КАНАЛИЗАЦИЯ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ**
- 25 **Вялкова Е.И.** Извлечение нефтепродуктов из сточных вод природными сорбентами Арктики
- 34 **Продоус О.А., Шлычков Д.И.** Методологические подходы к оценке эффективности эксплуатации самотечных сетей водоотведения с отложениями в лотковой части труб
- 42 **Теплых С.Ю.** Количественные характеристики поверхностного стока с железнодорожных путей
- ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ**
- 52 **Анциферов С.А., Чиркова Е.В., Прядилов А.В., Гошкодеря Л.В.** Способы повышения тепловой мощности конвектора
- СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ**
- 60 **Чумаченко Н.Г., Тюрников В.В., Калинина М.Г.** Отвалы и захоронения из отходов Сокского карьера карбонатных пород
- ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА**
- 67 **Алпатов В.Ю., Акри Е.П., Селезнева Ж.В.** Совершенствование методов организации рециклинга при реконструкции зданий и сооружений
- 75 **Вытчиков Ю.С., Недосеко И.В., Сапарёв М.Е., Чулков А.А.** Приближенный аналитический метод расчета процесса обогрева бетонных конструкций в греющих опалубках
- ТЕОРИЯ И ИСТОРИЯ АРХИТЕКТУРЫ, РЕСТАВРАЦИЯ И РЕКОНСТРУКЦИЯ ИСТОРИКО-АРХИТЕКТУРНОГО НАСЛЕДИЯ**
- 85 **Вайтенс А.Г.** Александр Иванович Наумов – выдающийся градостроитель Ленинграда: грани творчества (1930–1980-е гг.)
- 96 **Гулян Д.О.** Сохранение архитектурного наследия Кубани: проблемы экологизации и выбора новых материалов для реставрации
- 102 **Жеблиенок Н.Н., Васильева К.А.** Трансдисциплинарные инструменты в современной градостроительной теории (на примере концепции «городская растительность»)
- 110 **Жеблиенок Н.Н., Малинина С.В.** Методические аспекты проектирования новых поселений (отечественная практика XX – начала XXI вв.)
- 124 **Косенкова Н.А., Литвинов Д.В., Косенкова Е.В.** Современные тенденции храмового зодчества
- 129 **Малахов С.А., Бусел Ю. К.** Историческая среда как прототип новой городской типологии
- АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. ТВОРЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ АРХИТЕКТУРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**
- 142 **Каракова Т.В., Воронцова Ю.С.** Принципы психогеографии в проектировании городской среды
- 147 **Кузнецова А.А., Жданова И.В.** К вопросу о развитии функциональной структуры школьных форумных пространств
- 157 **Раков А.П., Ратиева Ю.С.** Интерактивные шагающие модели «Альба Капра»
- ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО, ПЛАНИРОВКА СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ**
- 162 **Веретенников Д.Б., Козлова М.А.** Проектирование и строительство многофункциональных высотных комплексов как шаг к созданию «вертикальных городов»
- 172 **Самогоров В.А.** Архитектура рабочего поселка Куйбышевского металлургического завода в 1950-е годы
- 182 **ПРАВИЛА ПОДГОТОВКИ И ПРЕДСТАВЛЕНИЯ РУКОПИСЕЙ**

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ



УДК 696.139

DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.01

А. Ю. ЖИГУЛИНА
А. М. ПОНОМАРЕНКО

ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ В ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМ МУСОРОУДАЛЕНИЯ ДЛЯ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ

INNOVATIVE SOLUTIONS IN THE DESIGN OF WASTE DISPOSAL SYSTEMS
FOR MULTI-STORY BUILDINGS

Статья посвящена проблеме создания рациональных и эффективных систем мусороудаления и утилизации отходов в современных городах и рассматривается как часть глобальной проблемы рационального потребления материальных ресурсов планеты. Актуальность разработки современных методов сбора и утилизации отходов обусловлена катастрофическими темпами их увеличения в мировом масштабе и очевидной нерациональностью их захоронения и сжигания. Рассмотрены преимущества и недостатки традиционных и современных усовершенствованных систем мусороудаления зданий. Сделаны выводы о необходимости формирования системного подхода к вопросам утилизации твердых бытовых отходов, а также необходимости создания и широкого внедрения в практику городского строительства современных систем мусороудаления зданий. Внедрение подобных систем может быть трактовано как один из шагов на пути к рациональному природопользованию.

Ключевые слова: утилизация отходов в городах, вакуумные системы мусороудаления зданий

The article is devoted to the problem of creating rational and efficient systems of waste disposal and waste disposal in modern cities and is considered as part of the global problem of rational consumption of the planet's material resources. The relevance of the development of modern methods for the collection and disposal of waste is due to the catastrophic pace of their increase on a global scale and the obvious irrationality of their burial and incineration. The advantages and disadvantages of traditional and modern improved waste disposal systems for buildings are considered. Conclusions are drawn about the need to form a systematic approach to the disposal of municipal solid waste, as well as the need to create and widely introduce modern waste disposal systems into the practice of urban construction. The introduction of such systems can be interpreted as one of the steps towards rational environmental management.

Keywords: waste disposal in cities, vacuum systems for waste disposal of buildings

Одной из острых проблем современного общества является проблема обращения с отходами производства и потребления. Численность населения Земли возрастает. В 1700 г. на планете проживало 600 млн человек, в 1850 г. их количество увеличилось до 1,2 млрд, в 1950 г. составило 2,5 млрд, в 2000 г. – около 6 млрд человек. То есть для первого удвоения населения Земли с начала XVIII в. потребовалось 150 лет, для второго – 100 лет, а для третьего – меньше 40 лет. Растут и потребности людей, причем

даже не пропорционально росту численности, а более высокими темпами. Удовлетворить эти потребности может только быстро развивающееся производство.

С развитием производства закономерно увеличивается и количество побочных продуктов производственной деятельности – отходов. Негативное воздействие производства на окружающую среду связано в первую очередь с несовершенством технологических процессов. В настоящее время актуальной является про-



блема создания малоотходного производства, а про безотходное производство говорить еще рано, так как на современном уровне развития технологий это является утопией.

Основная масса природного сырья, которое отторгается из природной среды, после переработки на современном производстве превращается в промышленные отходы. Пассивное накопление отходов невыгодно и с точки зрения экономики, и с точки зрения экологии. Сооружение и содержание полигонов приводит к большим экономическим затратам. Отвалы промышленных отходов негативно воздействуют на окружающую среду, занимая большие площади земельных угодий, загрязняя воздух, почву и гидросферу.

Не менее важной проблемой является рост числа отходов потребления – бытовых отходов. Уменьшение или исключение негативного воздействия бытовых отходов на человека и природную среду является одной из главных экологических проблем современного общества.

Особенно остро вопрос утилизации отходов стоит в городах, и чем больше город, тем острее он проявляется. Проблема возрастающего количества отходов связана с глобальной урбанизацией. Если в начале прошлого века в городах проживало лишь 10 % населения Земли, то сегодня по статистическим данным 2020 г. доля горожан составляет более 56,2 % [1]. С увеличением городского населения закономерно растет и количество городских отходов, 75 % которых приходится на жилые дома (рис. 1).

Статистические данные по количеству образующихся отходов в некоторых регионах нашей страны представлены в таблице [2].

Уменьшение количества отходов и снижение их негативного влияния на людей и окружающую среду является актуальной задачей современного городского хозяйства [3, 4].

Существует три пути обращения с отходами: захоронение, сжигание и переработка. Мировой опыт показывает, что простой вывоз бытовых отходов на свалку и их захоронение – это тупиковое решение [5]. Хранение отходов приводит к загрязнению литосферы, гидросферы и атмосферы Земли. Под свалки отторгаются большие территории, почва которых загрязняется солями металлов, химикатами, бактериями и продуктами разложения органических веществ. Осадки, просачивающиеся сквозь тело свалки, насыщают продуктами распада не только почву, но и грунтовые воды, которые, растекаясь, многократно увеличивают площадь загрязнения.

Использование загрязненных вод приводит к заболеваниям человека и животных. В результате разложения органических отходов образуется так называемый свалочный газ, состоящий в основном из метана и диоксида углерода [6, 7]. Этот газ токсичен и горюч и относится к числу веществ, вызывающих «парниковый эффект». Испарения и продукты горения со свалок попадают в атмосферный воздух и загрязняют его. Насыщая атмосферную влагу, эти вещества образуют облака и могут выпадать на землю

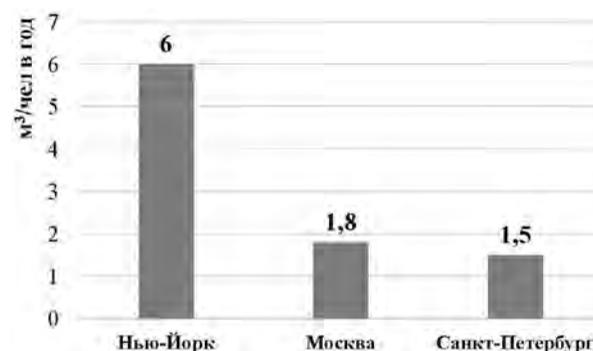


Рис. 1. Бытовые отходы в крупных городах мира

Количество отходов в регионах Российской Федерации

Регион Российской Федерации	Объем мусора, млн м³ в год	Средняя норма твердых коммунальных отходов, м³/чел. в год	Население, млн. чел.
Московская обл.	27,5	3,6	7,6
Москва	24,1	1,9	12,6
Краснодарский край	17,4	3,1	5,7
Республика Башкортостан	12,8	3,2	4,1
Свердловская область	11,1	2,1	5,4
Ростовская область	10,5	2,5	4,2
Республика Татарстан	9,6	2,5	3,9
Нижегородская область	8,9	2,8	3,2
Самарская область	7,6	2,4	3,2
Российская Федерация	337,2	2,2	146,8

в виде токсичных осадков, производя круговорот загрязнения. Под воздействием ветра они могут распространяться на большие расстояния, что также приводит к увеличению ареала загрязнения.

Мусоросжигание уменьшает объемы отходов, попадающих на свалки. В некоторых странах сжигание мусора рассматривается как источник получения энергии. Но сжигание отходов вызывает выделение в атмосферу большого количества углекислого газа и таких токсичных веществ, как цианистый водород, оксиды азота, которые загрязняют воздух, а впоследствии воду и землю. Такой метод также нельзя назвать экологичным. Поэтому единственным приемлемым методом утилизации отходов, не наносящим вреда окружающей среде или минимизирующим этот вред, является их переработка. Данный процесс требует системного подхода. В современном мире появилось понятие «система управления отходами». Это новый уровень, включающий в себя и раздельный сбор отходов, увеличивающий возможности их переработки, и использование технологий более экологичной их утилизации, и мероприятия, пропагандирующие осознанное потребление, приводящее к изначальному снижению количества производимых обществом отходов.

Внедрение подобной системы невозможно без законодательной поддержки. В РФ существует ряд федеральных законов, ориентированных на экологическую безопасность и обращение с отходами [8–14].

Анализ состава твердых бытовых отходов (ТБО), представленный на рис. 2, показывает, что целый ряд компонентов ТБО является ценным вторичным сырьем и может быть повторно использован.

К числу технических мероприятий системы управления отходами на этапе сбора ТБО можно отнести создание современных систем мусороудаления зданий.

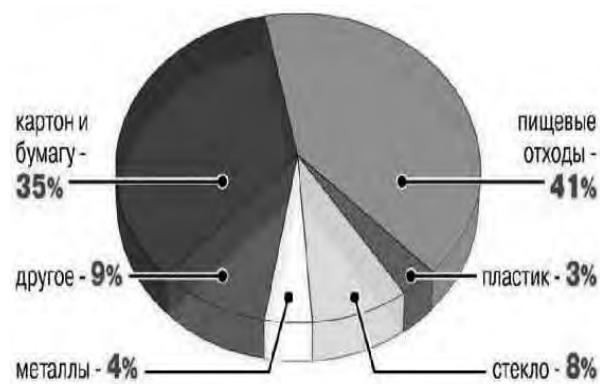


Рис. 2. Анализ состава твердых бытовых отходов

Рассмотрим основные недостатки традиционных конструкций мусоропроводов.

1. Невозможность производить *раздельный сбор мусора*. А это мероприятие является первым шагом на пути ответственного отношения к отходам.

2. *Антисанитария*. На этаже появляется зона отчуждения, где не исключены проблемы с постоянной грязью и неприятными запахами. Какими бы аккуратными ни были вы и ваши соседи, всё равно что-то будет проливаться, что-то будет не помещаться в маленький приемник и вываливаться. Антисанитария приходит и в квартиру. В случае с мусоропроводом нельзя использовать большие пакеты для мусора, так как в приемник они не помещаются. Приходится собирать мусор в ведро и потом его мыть, или же использовать небольшие пакеты. В домах, где есть мусоропроводы, чаще заводятся крысы и тараканы, а с ними очень трудно бороться. Недаром в «сталинках», где мусоропроводы находились прямо в квартирах, их почти везде закрыли.

3. *Пожароопасность*. Контейнер с мусором, установленный в специальном техническом помещении на первом этаже дома, является источником повышенной пожароопасности. Установленные на улице мусорные баки иногда тоже горят, но, одно дело, когда горит бак на улице, другое – когда горит ваш дом.

4. *Дороговизна*. Мусоропровод требует дополнительных затрат на обслуживание и перемещение мусора из технического помещения на площадку сбора мусора, которая обслуживается мусоровозами. Также нужны дополнительные расходы на уборку лестничных клеток и помещений камеры мусороудаления на первом этаже. В соответствии с санитарными нормами в доме, где есть мусоропровод, уборка должна быть ежедневной.

Однако мусоропроводы продолжают внедряться в системы коммуникаций жилых домов, но в более усовершенствованном виде. Традиционные конструкции мусоропроводов, которые устанавливали в 9-этажных зданиях массовых серий, не могут применяться уже хотя бы потому, что здания стремительно растут в высоту.

В высотных зданиях мусоропроводы запрещены нормативно. Причина проста: обычный мешок с мусором, если в нем присутствуют твердые предметы, при падении с большой высоты может пробить или механически повредить трубу мусоропровода. Поэтому сбор мусора в квартирах высотных зданий происходит поэтажно. Ствол мусоропровода делится по вертикали на несколько секций. На технических этажах между секциями устанавливаются

перегрузочные камеры. Перегрузка мусора из одного ствола мусоропровода в другой может осуществляться либо вручную, либо автоматически. Подобным образом устроена система мусороудаления, например, в самом высоком здании мира – Бурдж Халифа.

Современные мусоропроводы конструируются таким образом, чтобы исключить проблемы с неприятными запахами и насекомыми. Мусоропроводы оснащаются системами автоматической мойки и дезинфекции, автоматическими системами раздельного сбора мусора. Нажимая соответствующую кнопку, жилец отправляет отсортированный им мусор в соответствующий контейнер.

Вакуумные системы. Современным высокотехнологичным решением для сбора твердых бытовых отходов зданий или жилых комплексов являются системы вакуумного мусороудаления (рис. 3) [15]. Принцип работы такого устройства следующий. Это плотная пластиковая труба, имеющая несколько ответвлений, из которой отходы попадают в сеть подземных герметичных труб из углеродистой стали диаметром 0,5 м. По ним, посредством создаваемого насосом вакуума, отходы транспортируются в специальный коллектор со скоростью 70 км/ч. Коллектор представляет собой большой резервуар, в котором му-

сор обеззараживается и прессуется, за счёт чего он уменьшается в объёме почти в 20 раз. При необходимости происходит сепарация по нескольким видам отходов. Затем мусор вывозится грузовыми машинами на мусороперерабатывающий завод. Недостатком этой системы является ее стоимость – около 500 млн руб. на 10 тыс. квартир. Срок окупаемости системы – 30 лет. Преимуществом является отсутствие необходимости ежедневного обслуживания сотни мусорных баков.

Загрузочные люки гравитационных мусоропроводов, как правило, располагаются на вертикальном гравитационном мусоропроводе диаметром от 400 до 600 мм из нержавеющей стали.

Для высотных зданий предлагаются решения, позволяющие создавать буферные зоны временного накопления мусора для обеспечения доступности системы одновременно на нескольких этажах. Система МТ-буферизации между этажами создает промежуточные хранилища отходов (рис. 4). Система дает возможность одновременного открывания люков на нескольких этажах [16].

Системы вакуумной транспортировки постоянно совершенствуются. Благодаря новой конструкции отходы прессуются сразу после того, как попали в мусороприемник, а не по прибытии на станцию сортировки. Это позво-

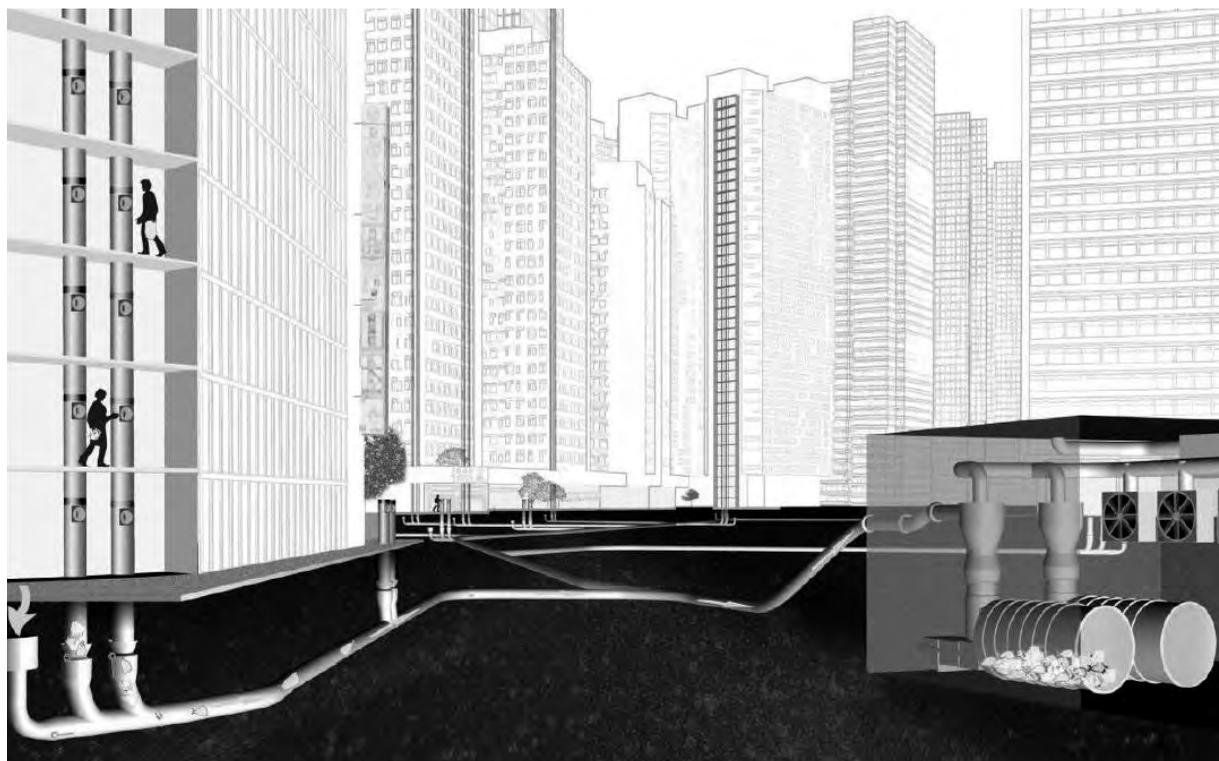


Рис. 3. Схема устройства пневматической вакуумной системы мусороудаления в жилых зданиях. Сингапур

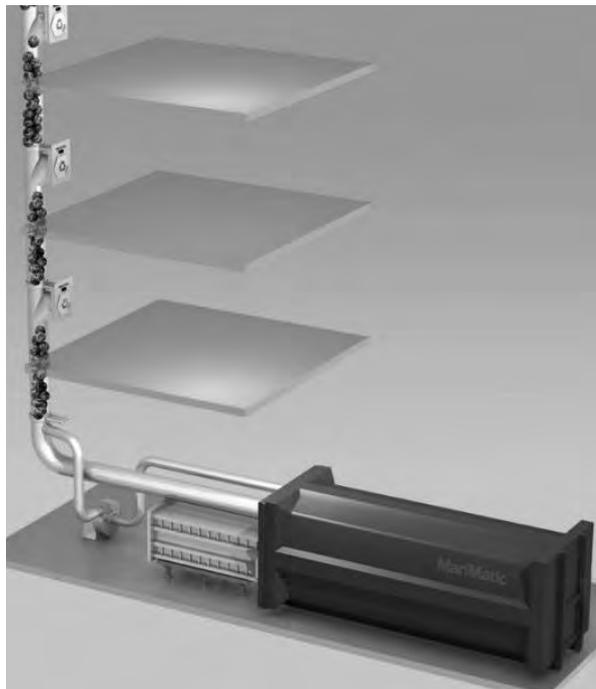


Рис. 4. Схема системы МТ-буферизации отходов гравитационных мусоропроводов в высотных зданиях

ляет увеличить вместимость хранилища мусора, уменьшить размер трубы и снизить потребление энергии.

Мусоросборная станция. Вакуумная станция сбора ТБО – это отдельно стоящее здание площадью от 150 м², в котором располагаются мусорные контейнеры, вакуумные насосы, фильтровальное оборудование, автоматизированная система управления. Отходы доставляются в центральную станцию сбора потоком воздуха и прессуются в контейнеры вместимостью 15–25 м³. Очищенный через специальные фильтры воздух выбрасывается наружу здания. Контейнер по мере заполнения вывозится стандартным грузовым транспортом, оснащенный мульти-лифтом. Система работает в автоматическом режиме и требует участия персонала только для технического обслуживания и в момент вывоза контейнера.

Современное программное обеспечение позволяет визуализировать работу системы, осуществлять оперативную дистанционную диагностику из технического центра. В зависимости от размера системы, для контроля над работой системы и для обслуживания требуется один-два человека.

Преимущества технологии:

- Улучшенное санитарное состояние, отсутствие неприятных запахов, вредителей и вредных выбросов.

- Экономия полезной площади: вместо нескольких мусоросборных помещений и площадок – одна центральная станция сбора отходов.

- Экономия эксплуатационных расходов на вывоз и сбор отходов.

- Оптимизация логистики за счет минимизации перемещения персонала и мусоровозов по территории.

- Безопасность жителей/сотрудников – общественные места становятся свободными от движения мусоровозов и более безопасными.

- Удобные возможности для сепарации/сортировки отходов.

В Дубае вакуумный мусоропровод обслуживает 40 зданий с населением 15 тыс. человек и около 100 ресторанов (35 т мусора в день) [17]. Срок окупаемости системы – 7 лет.

Подземные мусоросборники. Такие системы могут использоваться и в подземных мусорных контейнерах. Подземные мусоросборники бывают различной конфигурации, как с вакуумной, так и с накопительной системой. Контейнеры автоматически поднимаются. Энергоснабжение системы может осуществляться за счет энергии солнечных батарей. Плюсы подземных хранилищ очевидны: они занимают мало места, не портят вид улицы, не привлекают бомжей и животных, исключены неприятные запахи. Стоимость такой системы – от 400 тыс. руб. за бак. Доступ к баку может быть по карточкам. К баку можно подключить систему биллинга, позволяющую платить только за свой объем или вес мусора.

Вывод. Рассмотренные варианты функционирования и технического обслуживания систем мусороудаления представляют прекрасные примеры применения «зелёных» технологий в строительстве и иллюстрируют возможности эффективного использования энергетических ресурсов. Внедрение подобных систем в практику строительства наряду с выбором оптимального места строительства, продуманным дизайном, объемно-планировочным и конструктивным решением и другими инновационными решениями в сфере инженерного оборудования позволят строить «дружественные» человеку здания, создавать комфортную среду обитания и снижать эксплуатационные затраты. Технологические решения в таких сооружениях должны быть ориентированы на снижение вредного влияния зданий на здоровье человека и окружающую среду в течение всего цикла их существования.

В современном мире появилось понятие «устойчивое развитие». В Градостроительном кодексе РФ оно подразумевает развитие городских поселений как развитие территорий, обеспечивающих при осуществлении гра-

достроительной деятельности безопасности и благоприятных условий жизнедеятельности человека, ограничение негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду и обеспечение охраны и рационального использования природных ресурсов в интересах настоящего и будущего поколений. Одним из путей рационального природопользования является эффективное решение проблемы утилизации отходов. Это комплексная проблема, решение которой зависит от многих составляющих, и немаловажной из них является задача проектирования и сооружения современных городских систем мусороудаления.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Демоскоп Weekly – Приложение. Основные демографические показатели по всем странам мира в 2020 году [Электронный ресурс] Режим доступа : http://www.demoscope.ru/weekly/app/world2020_3.php
2. Подобедова Л. Генераторы мусора [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.energovector.com/portrait-generatory-musora.html>
3. Галицкова Ю.М. Совершенствование методов защиты городских территорий от негативного воздействия необустроенных свалок строительных отходов // Градостроительство и архитектура. 2011. №1. С. 106–111. DOI: 10.17673/Vestnik.2011.01.21.
4. Пенчук В.А., Даценко В.М. О перспективах применения блочных и мобильных установок сортировки ТБО с учетом их объемов и дальности расщепления // Градостроительство и архитектура. 2014. №2. С. 106–110. DOI: 10.17673/Vestnik.2014.02.17.
5. Чертес К.Л., Савельев А.А., Мартыненко Е.Г., Тупицына О.В., Михасек А.А. Оценка состояния и освоение территорий Самарской области, занятых размещением твердых бытовых отходов // Градостроительство и архитектура. 2016. №1(22). С. 49–57. DOI: 10.17673/Vestnik.2016.01.8.
6. Сазонов Э.В. Экология городской среды. С.-Пб.: ГИОРД, 2010. 312 с.
7. Жигулина А.Ю. Экологические проблемы утилизации полимерных отходов // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительные технологии: сб. статей. Самара, 2020. С. 136–141.
8. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 №190-ФЗ (ред. от 30.12.2021) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2022) [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://legalacts.ru/kodeks/Gradostroitelnyi-Kodeks-RF/>.
9. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.1.71322-03. Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления. 2003 [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/901862232>.
10. Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (с изменени-

ями на 13 июля 2020 года) [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/901729631>

11. Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» от 24.06.1998 № 89-ФЗ (в ред. Федерального закона от 30.12.2008 № 309-ФЗ) [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19109/.

12. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 № 7-ФЗ [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/.

13. Федеральный закон «Об экологической экспертизе» от 23.11.1995 № 174-ФЗ [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_8515/.

14. Вавилова Т.Я. Обзор современных зарубежных концепций экологизации среды жизнедеятельности // Градостроительство и архитектура. 2019. Т.9, № 3. С. 113–125. DOI: 10.17673/Vestnik.2019.03.15.

15. Андриевская А. Как сортируют и перерабатывают мусор в Сингапуре. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://recyclemag.ru/article/sortiruyut-pererabativayut-musor-singapore>.

16. Вакуумная система мусороудаления в жилых комплексах [Электронный ресурс] Режим доступа: http://eco.atomgoroda.ru/projects/tehnologii/vakuumnaja-sistema-musoroudaleniya_v_zhilyh_kompleksah_.

17. Вакуумный мусоропровод [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://engineering-ru.livejournal.com/546472.html>.

REFERENCES

1. Demoskop Weekly – Prilozhenie. Osnovnye demograficheskie pokazateli po vsem stranam mira v 2020 godu [Demoscope Weekly-App. Key demographic indicators for all countries of the world in 2020]. Available at: http://www.demoscope.ru/weekly/app/world2020_3.php (accessed 5 February 2021).
2. Podobedova L. *Generatoriy musora* [Garbage generators]. Available at: <https://www.energovector.com/portrait-generatory-musora.html> (accessed 8 February 2022).
3. Galitskova Yu.M. Upgrade of urban area protection techniques vs negative impact of unequipped construction waste dumps. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2011, vol. 1, no. 1, pp. 106–111. DOI: 10.17673/Vestnik.2011.01.21. (in Russian)
4. Penchuk V.A., Datsenko V.M. About prospects of block and mobile sorting plants for solid waste into account their volume and dispersal range. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2014, vol. 4, no. 2, pp. 106–110. DOI: 10.17673/Vestnik.2014.02.17. (in Russian)
5. Chertes K.L., Savelyev A.A., Martynenko E.G., Tupitsyna O.V., Mikhasek A.A. Evaluation of the state and development of territories of samara region used as landfill facilities. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2016, vol. 6, no. 1, pp. 49–57. DOI: 10.17673/Vestnik.2016.01.8. (in Russian)

6. Sazonov E.V. *Ekologiya gorodskoy sredy* [Ecology of the urban environment]. St-Petersburg, GIORD Publ., 2010. 312 p.

7. Zhigulina A. Environmental problems of polymer waste disposal. *Trudy SamGTU «Traditsii i innovatsii v stroitelstve i arhitekture»* [Proc. of the Samara State Technical University «Traditions and Innovations in Construction and Architecture, Construction technologies»], Samara, 2020, pp. 136-141 (in Russian)

8. *Gradostroitel'nyj kodeks Rossijskoj Federacii ot 29.12.2004 №190-FZ (red. ot 30.12.2021) (s izm. i dop., vstup. v silu s 01.03.2022)* [Urban Planning Code of the Russian Federation 2021]. Available at: <https://legalacts.ru/kodeks/Gradostroitelnyi-Kodeks-RF/> (accessed 10 February 2022).

9. *Sanitarno-epidemiologicheskie pravila i normativy SanPiN 2.1.71322-03. Gigienicheskie trebovaniya k razmeshcheniyu i obezvezhivaniyu othodov proizvodstva i potrebleniya* [Sanitary and epidemiological rules and regulations SanPiN 2.1.71322-03 Hygienic requirements for the disposal and disposal of industrial and consumer waste 2003]. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/901862232> (accessed 10 February 2022).

10. *Federal'nyj zakon «O sanitarno-epidemiologicheskom blagopoluchii naseleniya» (s izmeneniyami na 13 iyulya 2020 goda)* [Federal Law on Sanitary and Epidemiological Welfare of the Population of 2020]. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/901729631> (accessed 10 February 2022).

11. *Federal'nyj zakon «Ob othodah proizvodstva i potrebleniya» ot 24.06.1998 № 89-FZ* [Federal Law on Production and Consumption Waste 2008]. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19109/ (accessed 10 February 2022).

12. *Federal'nyj zakon «Ob ohrane okruzhayushchej sredy» ot 10.01.2002 № 7-FZ* [Federal Law on Environmental Protection 2002]. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/ (accessed 10 February 2022).

13. *Federal'nyj zakon «Ob ekologicheskoy ekspertize» ot 23.11.1995 № 174-FZ* [Federal Law on Environmental Expertise of 1995]. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_8515/ (accessed 10 February 2022).

14. Vavilova Y.Ya. Review of modern concepts of environmentalization of the living environment. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2019, vol. 9, no. 3, pp. 113-125. DOI: 10.17673/Vestnik.2019.03.15. (in Russian)

15. Andrievskaya A. *Kak sortiruyut i pererabatyvayut musor v Singapore* [How waste is sorted and recycled in Singapore]. Available at: <https://recyclemag.ru/article/sortiruyut-pererabativayut-musor-singapore> (accessed 18 February 2022).

16. *Vakuumnaya sistema musoroudaleniya v zhilyh kompleksah* [Vacuum waste disposal systems in residential complexes]. Available at: http://eco.atomgoroda.ru/projects/tehnologii/vakuumnaya_sistema_musoroudaleniya_v_zhilyh_kompleksah (accessed 10 February 2022).

17. *Vakuumnnyj musoroprovod* [Vacuum waste chute]. Available at: <https://engineering-ru.livejournal.com/546472.html> (accessed 20 February 2022).

Об авторах:

ЖИГУЛИНА Анна Юрьевна

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

ZHIGULINA Anna Yu.

PhD in Engineering Science, Associate Professor of the
Architecture of Residential and Public Buildings Chair
Samara State Technical University
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244
E-mail: auzhigulina@mail.ru

ПОНОМАРЕНКО Алла Михайловна

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры архитектуры жилых
и общественных зданий
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: arhitec64@yandex.ru

PONOMARENKO Alla M.

PhD in Engineering Science, Associate Professor of the
Architecture of Residential and Public Buildings Chair
Samara State Technical University
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244
E-mail: arhitec64@yandex.ru

Для цитирования: Жигулина А.Ю., Пономаренко А.М. Инновационные решения в проектировании систем мусороудаления для многоэтажных зданий // Градостроительство и архитектура. 2022. Т. 12, № 4. С. 4–10. DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.1.

For citation: Zhigulina A.Yu., Ponomarenko A.M. Innovative Solutions in the Design of Waste Disposal Systems for Multi-Storey Buildings. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2022, vol. 12, no. 4, pp. 4x-10. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.1.

С. С. МОРДОВСКИЙ
Д. О. ФРАНЦЕВА

ПОИСК ОПТИМАЛЬНОЙ ПЛОЩАДИ СЕЧЕНИЯ АРМАТУРЫ ВНЕЦЕНТРЕННО СЖАТЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КОЛЬЦЕВОГО СЕЧЕНИЯ

SEARCH FOR THE OPTIMAL SECTION AREA ANNULAR SECTION ECENTRALLY
COMPRESSED ELEMENTS OF REINFORCEMENT

Рассматриваются вопросы поиска оптимальной площади сечения арматуры внецентренно сжатых железобетонных элементов кольцевого сечения с помощью программного комплекса Mathcad. Определение оптимальной площади сечения арматуры производится путем реализации алгоритмов поиска минимума, соответствующего требованиям прочности и устойчивости железобетонных элементов. Приводится анализ полученных данных при помощи сравнения с решенной задачей в пособии к СП 63.13330.2018. Разработанные программы позволяют сэкономить время проектировщика при выборе сечения арматуры и проверке на прочность и устойчивость железобетонных элементов.

Ключевые слова: колонна кольцевого сечения, внецентренно сжатый элемент, железобетонная колонна, площадь сечения арматуры, прочность

На данном этапе развития проектирования внецентренно сжатых железобетонных элементов кольцевого сечения одним из основных аспектов является подбор площади сечения арматуры. Подбор осуществляется при непосредственном расчёте конкретного железобетонного элемента на прочность и устойчивость при определённых условиях. Расчёт бетонных и железобетонных конструкций осуществляется согласно требованиям, изложенным в действующем своде правил (СП 63.13330.2018 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003»). Подбор требуемой площади арматуры [1, 2] при этом может выполняться как с помощью циклических расчётов, так и с применением графиков несущей способности внецентренно сжатых элементов кольцевого сечения [2]. Циклический расчёт вносит некоторое усложнение ввиду возможности допущения ошибки проектировщиком в процессе множественных перерасчётов требуемой площади сечения арматуры. Использование же графиков несущей способности имеет достаточно большой недостаток: точность расчётов резко снижается за счёт работы проектировщика с неочищенными

This article deals with the search for the optimal cross-sectional area of reinforcement of eccentrically compressed reinforced concrete elements of an annular section using the Mathcad software package. The determination of the optimal cross-sectional area of the reinforcement is carried out using the implementation of algorithms for finding the minimum that meets the requirements of the strength and stability of reinforced concrete elements. An analysis of the obtained data is given by comparison with the problem solved in the Handbook to SP 63.13330. The developed programs make it possible to save the designer's time when choosing the reinforcement section and checking the strength and stability of reinforced concrete elements.

Keywords: annular column, eccentrically compressed element, reinforced concrete column, reinforcement cross-sectional area, strength

ными графиками. Подбор требуемой площади сечения арматуры [1] может быть реализован с помощью диаграмм деформирования материалов по нелинейной деформационной модели [3–7]. Данный метод хоть и имеет некоторые неоспоримые преимущества на фоне метода предельных усилий, однако является сложным в практической реализации и требует наличия вычислительных мощностей в виде персонального компьютера с установленными программными продуктами. Таким образом, расчёты на основе предельных усилий обеспечивают достаточную точность и относительную простоту.

Данная работа направлена на автоматизацию определения минимально возможной площади сечения арматуры при условии соблюдения требований по устойчивости и прочности внецентренно сжатых колонн кольцевого сечения.

В нормативно-технической документации (СП 63.13330.2018) дается исчерпывающая информация для проверки проектируемых внецентренно сжатых железобетонных элементов кольцевого сечения, однако вопрос выбора метода подбора площади сечения арматуры остается за проектировщиком.

Для автоматизации процесса подбора сечения были разработаны две программы в программном комплексе MathCad, в основе которых лежит подбор минимально возможной площади сечения арматуры, удовлетворяющей требованиям прочности и устойчивости железобетонных элементов кольцевого сечения.

Оба алгоритма были построены на основе задачи, приведенной в пособии к СП 63.13330 «Методическое пособие. Расчет железобетонных конструкций без предварительно напря-

женной арматуры», что позволило оценить экономический эффект в использовании материалов при проектировании с сохранением требуемых прочностных характеристик для данной задачи.

Первая программа содержит алгоритм, основанный на итерационном расчете минимально требуемого сечения с заданной точностью.

Исходные данные заносятся в форму заполнения (рис. 1), после чего происходит итерационный расчет.

Исходные данные:

$r_2 = 0,25$	м	внешний радиус сечения колонны
$r_1 = 0,15$	м	внутренний радиус сечения колонны
$R_b = 14,5 \cdot 10^6$	Па	расчётное сопротивление бетона на осевое сжатие
$E_b = 3 \cdot 10^{10}$	Па	начальный модуль упругости бетона
$R_s = R_{sc} = 350 \cdot 10^6$	Па	расчётное сопротивление продольной арматуры на растяжение
$E_s = 2 \cdot 10^{11}$	Па	модуль упругости продольной арматуры
$a = (r_2 - r_1)/2 = 0,05$	м	расстояние от края колонны до центра тяжести арматурного стержня
$r_s = r_2 - a = 0,2$	м	радиус окружности, проходящей через центры тяжести стержней продольной арматуры
$H_{стойки} = 6$	м	высота стойки
$N_v = 120000$	Н	вертикальная сила, действующая на колонну
$M_v = 40000$	Н·м	момент от вертикальной силы
$N_h = 0$	Н	сила от ветровой нагрузки, действующая на колонну
$M_h = 70000$	Н·м	момент от ветровой силы

Рис. 1. Форма заполнения данных для расчета по первой программе

Как сказано выше, алгоритм содержит описанную в своде правил (СП 63.13330.2018) методику по проверке сечения колонны на прочность и устойчивость. За счет итерационного метода расчета происходит последовательное увеличение гипотетически применяемой в элементе площади сечения арматуры и оценка его прочности и устойчивости. Расчет продолжается до тех пор,

пока не будет достигнуто значение минимальной площади сечения арматуры, обеспечивающее выполнение условия, согласно которому максимальный момент, воспринимаемый колонной, больше момента, создаваемого при заданных параметрах действующей нагрузки.

Итоги расчета выводятся в матричной форме (рис. 2).

PROGRAMM =	(“ξ.cir”	“A.s.tot, мм ² ”	“M.ult, кН*м”	“M.cr, кН*м”	“M.ult > M.cr”)
		0,214	1833	136,816	136,772	«выполнено»	

Рис. 2. Результаты расчета по первой программе

В основе второй программы также лежит итерационный расчет, однако в данном случае среди исходных данных появляются две новые величины, без которых невозможна реализация алгоритма: количество шагов (определяют конечную точность сечения арматуры) и максимальное значение сечения арматуры, задаваемое пользователем (рис. 3).

Данный алгоритм также построен на описанной в своде правил (СП 63.13330.2018) ме-

тодике. Помимо используемого алгоритма, программа отличается от предыдущей и выходными данными, которые представлены в виде таблицы (рис. 4).

С помощью разработанных программ была решена задача, содержащаяся в приложении пособия к СП 63.13330, где выполнялась проверка прочности сечения при заданной арматуре 10Ø16 ($A_{s,tot} = 2011 \text{ мм}^2$).

Исходные данные:

$r_2 = 0,25$	м	внешний радиус сечения колонны
$r_1 = 0,15$	м	внутренний радиус сечения колонны
$R_b = 14,5 \cdot 10^6$	Па	расчётное сопротивление бетона на осевое сжатие
$E_b = 3 \cdot 10^{10}$	Па	начальный модуль упругости бетона
$R_s = R_{sc} = 350 \cdot 10^6$	Па	расчётное сопротивление продольной арматуры на растяжение
$E_s = 2 \cdot 10^{11}$	Па	модуль упругости продольной арматуры
$a = (r_2 - r_1)/2 = 0,05$	м	расстояние от края колонны до центра тяжести арматурного стержня
$r_s = r_2 - a = 0,2$	м	радиус окружности, проходящей через центры тяжести стержней продольной арматуры
$H_{стойки} = 6$	м	высота стойки
$N_v = 120000$	Н	вертикальная сила, действующая на колонну
$M_v = 40000$	Н·м	момент от вертикальной силы
$N_h = 0$	Н	сила от ветровой нагрузки, действующая на колонну
$M_h = 70000$	Н·м	момент от ветровой силы
$n = 10000$		количество итераций при поиске оптимального сечения
$A_{s,tot,max} = 2000$	мм ²	максимальное суммарное сечение арматуры

Рис. 3. Форма заполнения данных для расчета по второй программе

Строка	Параметр				
	ξ_{cr}	$A_{s,tot}$, мм ²	M_{ult} , кН·м	M_{cr} , кН·м	$M_{ult} > M_{cr}$
9157	0,214	1831,4	136,734	136,789	«Не выполнено»
9158	0,214	1831,6	136,745	136,787	«Не выполнено»
9159	0,214	1831,8	136,755	136,785	«Не выполнено»
9160	0,214	1832	136,765	136,783	«Не выполнено»
9161	0,214	1832,2	136,775	136,781	«Не выполнено»
9162	0,214	1832,4	136,786	136,779	«Выполнено»
9163	0,214	1832,6	136,796	136,777	«Выполнено»
9164	0,214	1832,8	136,806	136,774	«Выполнено»
9165	0,214	1833	136,816	136,772	«Выполнено»
9166	0,214	1833,2	136,827	136,77	«Выполнено»
9167	0,214	1833,4	136,837	136,768	«Выполнено»
9168	0,214	1833,6	136,847	136,766	«Выполнено»
9169	0,214	1833,8	136,857	136,764	«Выполнено»

Рис. 4. Результаты расчета по второй программе

Анализируя результаты, можно сделать следующие **выводы**:

1. По итогу расчетов были получены минимальные значения площади сечения арматуры, которые составили 1833 и 1832,4 мм² соответственно для первой и второй программ. Согласно сортаменту, ближайшей конфигурацией арматуры является 12Ø14 ($A_{s,tot} = 1847$ мм²).

2. При реализации предложенной замены арматуры прочность сечения для рассмотрен-

ной задачи будет обеспечена, а площадь сечения арматуры снизится на 8 %.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Ильин Н.А., Мордовский С.С., Васильева Е.Е., Таланова В.Н. Определение площади арматуры железобетонной колонны круглого сечения // Градостроительство и архитектура. 2018. Т.8, №3. С. 8–11. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.03.2.

2. Свидетельство РФ о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019663245 «Графики несущей способности внецентренно сжатых элементов кольцевого сечения» / Мордовский С. С., Шарафутдинов К. Б., заяв. СамГТУ: 08.10.2019; опубл. 14.10.2019.

3. Мурашкин Г.В., Мурашкин В.Г. Моделирование диаграммы деформирования бетона и схемы напряженно-деформированного состояния // Известия высших учебных заведений. Строительство. 1997. № 10. С. 4–6.

4. Мурашкин Г.В., Мордовский С.С. Применение диаграмм деформирования для расчета несущей способности внецентренно сжатых железобетонных элементов // Жилищное строительство. 2013. №3. С. 38–40.

5. Карпенко Н.И., Соколов Б.С., Радайкин О.В. Анализ и совершенствование криволинейных диаграмм деформирования бетона для расчета железобетонных конструкций по деформационной модели // Промышленное и гражданское строительство. 2013. №1. С. 25–27.

6. Мордовский С.С. Совершенствование расчета прочности внецентренно сжатых железобетонных элементов: дис. ... канд. техн. наук. Казань, 2013. 214 с.

7. Тошин Д.С., Анисимова М.П. Поиск оптимального способа реализации итерационного приближения при расчете по деформационной модели // Научное обозрение. 2016. №17. С. 25–29.

2. Mordovsky S. S., SHarafutdinov K. B. *Grafi-ki nesushchej sposobnosti vnecentrenno szhatyh elementov kol'cevogo secheniya* [Graphs of the bearing capacity of eccentrically compressed elements of the annular section]. Certificate RF on the state registration of the computer program, 2019, art. no. 2019663245,

3. Murashkin G.V., Murashkin V.G. Modeling of concrete deformation diagram and scheme of stress-strain state. *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Stroitel'stvo* [Izvestiya of Higher Educational Institutions. Construction], 1997, no.10, pp. 4–6. (in Russian)

4. Murashkin G.V., Mordovsky S.S. Application of the deformation diagram for calculating the increased activity of eccentrically compressed reinforced concrete elements. *Zhilishchnoe stroitel'stvo* [Housing Construction], 2013, no.3, pp. 38–40. (in Russian)

5. Karpenko N.I., Sokolov B.S., Radaikin O.V. Analysis and improvement of curvilinear diagrams of concrete deformation for the calculation of reinforced concrete structures according to the deformation model. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo* [Industrial and Civil Engineering], 2013, no.1, pp. 25–27. (in Russian)

6. Mordovsky S.S. *Sovershenstvovanie raschyota prochnosti vnecentrenno szhatyh zhelezobetonnyh elementov. Kand, Diss.* [Improving the calculation of the strength of extra-centered compressed reinforced concrete elements. Ph.Doct, Diss]. Kazan, 2013. 214 p.

7. Toshin D.S., Anisimova M.P. Search for the optimal way to implement the iterative approximation in the calculation of the deformation model. *Nauchnoe obozrenie* [Scientific Review], 2016, no.17, pp. 25–29. (in Russian)

REFERENCES

1. Pyin N.A., Mordovsky S. S., Vasilyeva E. E., Talanova V. N. Determination of the area of reinforcement of reinforced concrete columns of circular cross section. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2018, vol.8, no.3, p.8–11. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2018.03.2

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 E-mail: qaer1@yandex.ru

ФРАНЦЕВА Дарья Олеговна

магистрант кафедры железобетонных конструкций Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

MORDOVSKY Sergey S.

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

FRANTSEVA Daria O.

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

Для цитирования: Мордовский С.С., Францева Д.О. Поиск оптимальной площади сечения арматуры внецентренно сжатых элементов кольцевого сечения // Градостроительство и архитектура. 2022. Т. 12, № 4. С. 11–14. DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.2.

For citation: Lutchenko S.I., Kornya E.A. Search for the Optimal Section Area of Annular Section Excentrally Compressed Elements of Reinforcement. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2022, vol. 12, no. 4, pp. 11–14. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.2.

А. П. ШЕПЕЛЕВ
Р. Р. ИБАТУЛИН
А. А. ПИЩУЛЕВ

НАТУРНОЕ ИСПЫТАНИЕ НАГРУЖЕНИЕМ СБОРНОГО КОМБИНИРОВАННОГО ПЕРЕКРЫТИЯ ЖИЛОГО ЗДАНИЯ ПОСТРОЙКИ НАЧАЛА 1950-Х ГОДОВ

FULL-SCALE LOAD TESTING OF PREFABRICATED COMBINED FLOOR
OF RESIDENTIAL BUILDING BUILT OF THE EARLY 1950s

В рамках научно-технического сопровождения работ по изменению функционального назначения помещений одного из зданий 1950-х годов постройки было выполнено детальное натурное обследование строительных конструкций. Целью обследования технического состояния являлась оценка несущей способности конструкций и разработка условий механической безопасности здания. Особое внимание было уделено исследованию междуэтажных перекрытий. За многолетний период эксплуатации в изначальное конструктивное решение здания были внесены многочисленные изменения, которые трансформировали проектную схему статической работы конструкций, в частности перекрытий. Ввиду многофакторных и трудно контролируемых условий однозначно с требуемой долей надежности определить фактическую несущую способность перекрытий существующими расчетными методиками представлялось весьма сложно. Поэтому для подтверждения выдвинутых расчетных предположений были проведены натурные испытания перекрытий нагрузением, что подтвердило их несущую способность, определенную расчетом. Проведенные натурные испытания позволили избежать дорогостоящего усиления конструкций и продлить срок эксплуатации здания.

Ключевые слова: обследование технического состояния, нагрузка, расчетная схема, испытание нагрузением, поверочный расчет, несущая способность, железобетонная балка, техническое состояние, перекрытие, армирование

При обследовании технического состояния зданий исторической застройки часто возникают сложности в части определения фактической уточненной расчетной схемы и определения несущей способности конструкций [1, 2]. За длительный жизненный цикл таких зданий в изначальное проектное конструктивное решение вносятся, как правило, многочисленные изменения: в стенах пробиваются новые оконные и дверные проемы, перекрытия догружаются дополнительными слоями стяжек и подли-

A detailed full-scale survey of building structures was carried out as a part of scientific and technical support on changing the functional purpose of building premises built in the 1950s. The purpose of the technical condition survey was to assess the bearing capacity of structures and develop conditions for mechanical building safety. Special attention was paid to the study of floor-to-floor overlapping. Over a long period of operation, numerous changes were made to the original structural solution of the building. These changes transformed the design scheme of static work of structures, floors in particular. Due to the multifactorial and difficult-to-control conditions, it wasn't easy to determine the actual bearing capacity of the overlaps with the required degree of reliability using the existing calculation methods. Therefore, in order to confirm the proposed design assumptions, full-scale tests of the overlaps were carried out by loading, which confirmed their bearing capacity determined by the calculation. The conducted field tests made it possible to avoid expensive reinforcement of structures and extend the building life.

Keywords: inspection of technical condition, load, design scheme, loading test, calibration calculation, bearing capacity, reinforced concrete beam, technical condition, overlap, reinforcement

вок, увеличивается нагрузка за счет устройства перегородок из различных материалов, меняется функциональное назначение помещений (и, в итоге, изменяется величина временной нагрузки на перекрытия). Помимо этого, в конструкциях накапливаются повреждения, вызванные эксплуатацией в неблагоприятных условиях (влажная среда, замораживание-оттаивание, механические повреждения и т. п.) [3–5]. Все эти факторы приводят к тому, что несущая способность конструкций при расчете

с учетом общепринятых очевидных расчетных схем и предпосылок не является обеспеченной. Возникает необходимость выявлять неочевидные на первый взгляд резервы несущей способности конструкций.

На примере одного из зданий неоклассической архитектуры сталинского времени рассмотрены особенности конструктивного решения и вопросы определения фактической несущей способности междуэтажного перекрытия с учетом многочисленных вмешательств в процессе эксплуатации здания в его изначальное проектное решение.

В административном отношении обследуемое здание находится в Ленинском районе г. Самары на пересечении улиц Ново-Садовой и Невской. Здание возведено в 1950-х годах в составе массовой застройки окружающей территории и интегрировано в общую архитектурную концепцию. Здание большей стороной ориентировано вдоль улицы Невская. В 1990-х – 2000-х годах в рамках точечной застройки вплотную к зданию был возведен многоэтажный жилой дом.

Рельеф местности относительно спокойный. Вдоль улицы Невская имеется уклон поверхности в сторону реки Волга. С трех сторон со стороны лицевых фасадов вдоль здания устроены тротуары. Дворовая территория вдоль здания заасфальтирована. За период эксплуатации вследствие постоянного переустройства тротуарного покрытия уровень рельефа поверхности у здания поднялся вплоть до 400 мм вдоль улицы Ново-Садовая.

Вид на здание, схематичный план первого этажа, поперечный разрез и главные фасады представлены на рис. 1–5.

Обследуемое здание в плане имеет условно Г-образную форму, состоящую из нескольких прямоугольных частей. Здание переменной этажности (четыре – пять наземных этажей): четыре этажа размещены по всей площади здания, в угловой части здания дополнительно устроен пятый (аттиковый этаж). Кроме того, под всем зданием имеется цокольный этаж. Здание было запроектировано и возведено для размещения студенческого общежития Строительного института.

Планировочная система помещений была решена по коридорному типу: широкий коридор устроен по центральной оси здания. В наземных этажах размещались жилые комнаты, административные помещения, душевые, санузлы, прачечные и прочие помещения, необходимые для функционирования общежития. В цокольном этаже располагались пищеблок и помывочное отделение. В одной части цокольного этажа размещались помещения гражданской обороны. В начале 1990-х годов помещения первого и второго этажей были переоборудованы под эксплуатацию в качестве торгового центра. Позже, в 2000-х годах жилые помещения общежития на третьем, четвертом и аттиковом этажах были перестроены в индивидуальные квартиры и приватизированы жильцами.

Конструктивная система здания решена с неполным каркасом: во внешний контур из кирпичных стен вписан трехпролетный каркас.



Рис. 1. Вид на здание со стороны перекрестка улиц Ново-Садовой / Невской

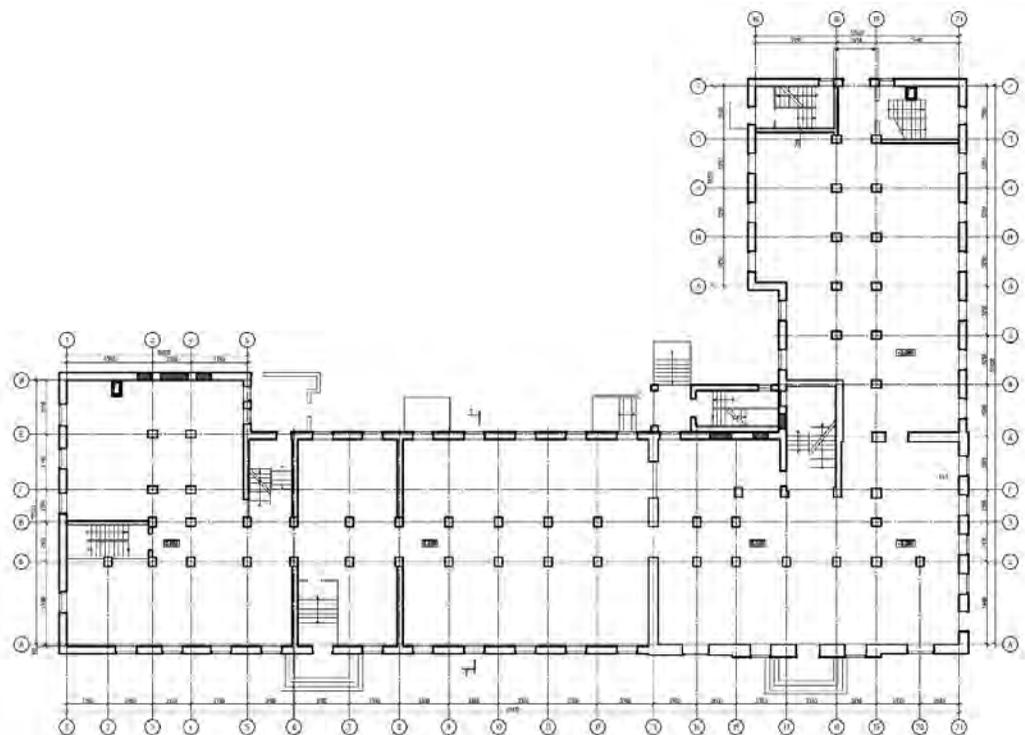


Рис. 2. План несущих конструкций первого этажа

Пространственная жесткость каркаса дополнительно обеспечивается за счет внутренних поперечных стен.

Фундаменты под стены и столбы – на естественном основании, мелкого заложения. Под столбы предусмотрены отдельно стоящие столбчатые фундаменты, под стены – ленточные. В материальном исполнении фундаменты решены каменными, из постелистого и рваного бута карбонатных пород на цементно-песчаном растворе (конструктивное решение выявлено по результатам устройства шурфов).

Стены и столбы выполнены каменными из керамического полнотелого кирпича на цементно-песчаном растворе. Кладка стен – сплошная, несмотря на тот факт, что для подобных зданий рассматриваемого периода строительства характерна кладка колодезная.

Перекрытие цокольного этажа выполнено из сборных железобетонных ребристых плит лоткового типа, которые уложены по железобетонным балкам каркаса. Перекрытия надземных этажей – комбинированные, во «влажных» помещениях – железобетонные из сборных железобетонных плит лоткового типа, на остальных участках перекрытия – деревянные с дощатым настилом по деревянным балкам.

Для сообщения между этажами предусмотрено несколько двухмаршевых полуоборотных лестниц, которые размещены в каменных

лестничных клетках. Все элементы лестниц решены с применением сборного железобетона.

Крыша здания – чердачная, скатная; несущими конструкциями крыши является пространственная система наклонных стропил. Кровля – фальцевая, из оцинкованного листа по разреженной деревянной обрешетке из досок и брусьев.

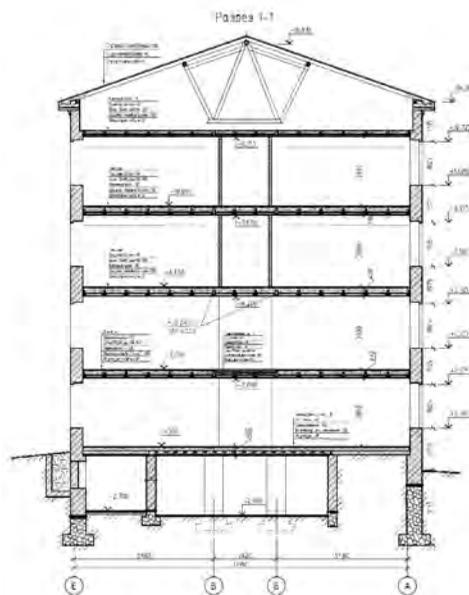


Рис. 3. Разрез 1-1

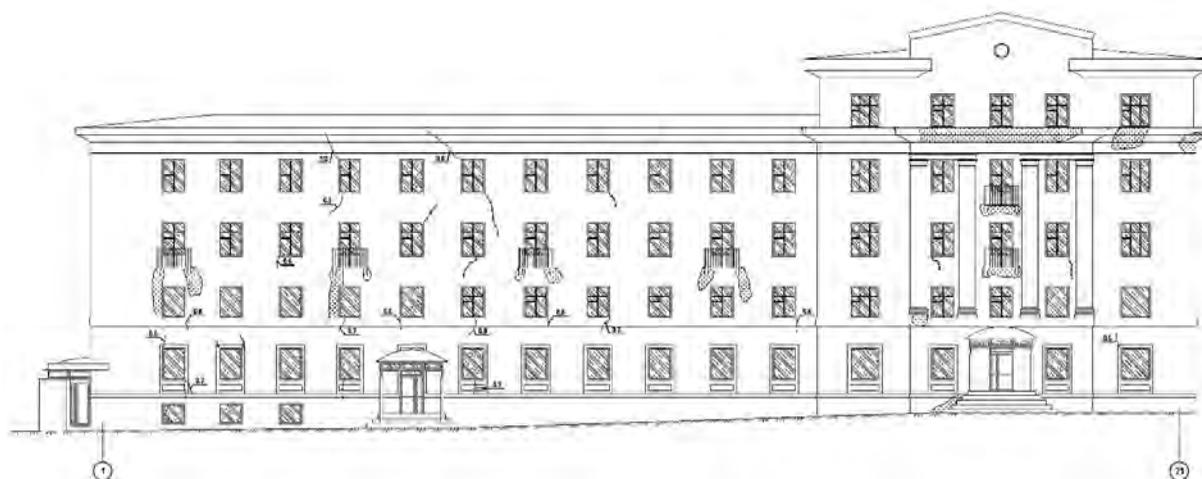


Рис. 4. Фасад, выходящий на улицу Невскую

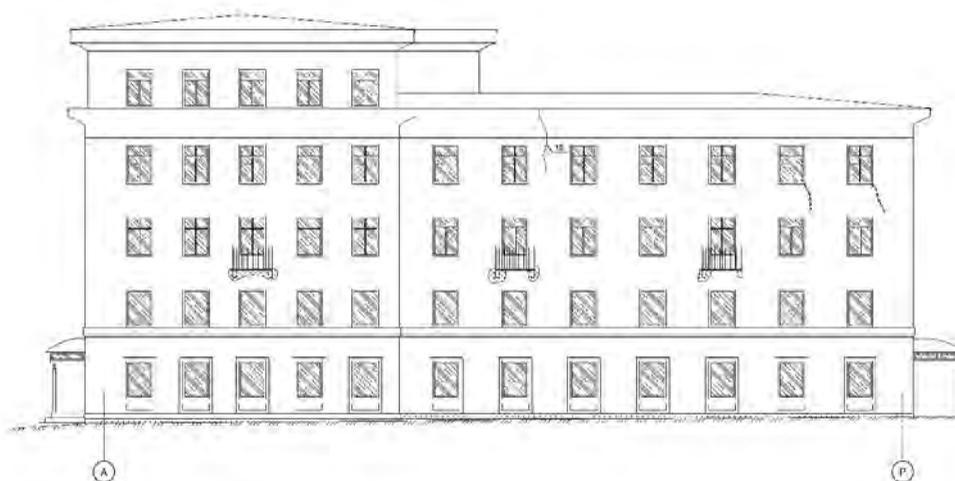


Рис. 5. Фасад, выходящий на улицу Ново-Садовую

Выявленное по результатам обследования конструктивное решение здания согласуется с используемыми в 1950-х годах в массовом городском строительстве конструкциями, изделиями и материалами.

В данной статье описываются конструктивные особенности перекрытия первого этажа здания. При проведении натурного обследования по результатам вскрытий и зондажей было выявлено фактическое конструктивное решение данного перекрытия.

Перекрытие первого этажа устроено следующим образом: в поперечном направлении (относительно продольной оси каждого из объемов здания) по стенам и каменным столбам смонтированы сборные железобетонные главные балки. Между столбами в продольном направлении также смонтированы железобетонные балки; данные балки выступают в качестве свя-

зевых конструкций для обеспечения пространственной жесткости и устойчивости здания. Используются железобетонные балки четырех типоразмеров: прямоугольного поперечного сечения с двумя вариантами размеров сечения и балки таврового поперечного сечения (несущие главные балки с полкой в сжатой верхней зоне и связевые балки с полкой в нижней зоне).

По железобетонным балкам устроено деревянное перекрытие, за исключением участков, где начальным проектом были предусмотрены «влажные» помещения: санузлы, душевые, прачечные; перекрытия данных помещений решены с использованием мелкогабаритных сборных железобетонных плит лоткового типа шириной 0,5 м. Несущими элементами деревянного перекрытия являются брусья с размерами поперечного сечения 75×200 мм; брусья смонтированы с шагом 0,8–0,9 м. По брусьям устроен

четырёхслойный дощатый накат. Доски в накате ориентированы в ортогональном направлении один относительно другого и сшиты между собой гвоздями. Опираение наката на несущие брусья осуществляется через черепные брусски. Понизу дощатый накат оштукатурен сложным раствором по дранке. Между брусьями предусмотрена шлаковая засыпка. Поверху по брусьям и балкам выполнен настил из досок, по которому предусмотрен чистый пол (дощатый, линолеумный, паркетный и т.п.).

За длительный период эксплуатации и при изменении функционального назначения помещений на первом и втором этажах существующие деревянные полы были заменены. Вновь смонтированные полы представлены в двух вариантах: дощатых и железобетонных. При переустройстве существующая засыпка перекрытия была изъята и заменена на слой насыпного керамзита толщиной 150 мм. На остальных участках после демонтажа деревянных полов непосредственно по деревянному перекрытию был устроен многослойный пол, который включил в себя: гидроизоляцию (полиэтиленовая пленка), слой керамзитобетона (толщина 100 мм), подстилающий слой из тяжелого бетона (толщина 110 мм), цементно-песчаную стяжку (толщина 30 мм) и чистый пол из плит керамогранита. По результатам контроля прочности бетона неразрушающими методами установлено, что фактическая прочность бетонного слоя соответствует классу В10–В15. Исходное конструктивное решение перекрытий не предполагало устройство такого массивного пола. В результате выполненного переустройства нагрузка на существующие конструкции перекрытия значительно возросла.

Для оценки несущей способности конструкций перекрытия с учетом увеличения нагрузки от дополнительно устроенного пола были выполнены поверочные расчеты. При расчетах каждый элемент перекрытия принимался как однопролетный шарнирно опертый стержень, нагруженный равномерно-распределенной нагрузкой. Данный метод является общепринятым и единственно верным в случаях, когда отсутствует совместная пространственная работа элементов в составе перекрытия [6–12]. По результатам расчетов по описанной расчетной схеме установлено, что несущая способность железобетонных балок и деревянных лаг на действие полных нагрузок не является обеспеченной; перегруз конструкций достигает 80 %. Вместе с тем, признаков, свидетельствующих об исчерпании несущей способности перекрытий, при осмотре отмечено не было. Очевидно, что устроенная поверх деревянного настила и слоя керамзита «набетонка» выступает в качестве жесткой

оболочки. В результате изменилась изначальная статическая схема работы элементов и сборное перекрытие с шарнирно опертыми элементами преобразовалось в единое комбинированное ребристое перекрытие, в котором «набетонка» выступает в качестве сжатой полки, деревянные лаги – в качестве растянутой арматуры. В железобетонной балке увеличивается рабочая высота сечения и, следовательно, несущая способность. С учетом данной предпосылки были выполнены расчеты несущей способности перекрытия. Расчеты показали, что при принятой расчетной схеме несущая способность элементов перекрытия является обеспеченной на действие фактических расчетных нагрузок.

Для подтверждения принятых при расчете предпосылок были произведены натурные испытания нагружением исследуемых перекрытий. Исследовались перекрытия на двух участках: в коридоре балки «короткого» пролета и в основных помещениях балки «длинного» пролета. *Испытание № 1:* исследованию были подвергнуты деревянное перекрытие в осях К-Л/18-19 и железобетонная балка в осях К/18-19; номинальный пролет деревянного перекрытия составляет 3,25 м, железобетонной балки – 2,62 м; деревянные балки перекрытия на исследуемом участке ориентированы в направлении цифровых осей; железобетонная балка – в направлении буквенных осей; поверху дощатого настила перекрытия выполнен подстилающий слой из керамзитобетона, устроена стяжка из цементно-песчаного раствора и чистый пол из плит керамогранита; перед испытанием штукатурный слой с нижней поверхности балки был удален.

Испытание № 2: исследованию были подвергнуты деревянное перекрытие в осях Ж-К/19-21 и железобетонная балка в осях К/19-21; номинальный пролет деревянного перекрытия составляет 3,25 м; железобетонной балки – 5,5 м; деревянные балки перекрытия на исследуемом участке ориентированы в направлении цифровых осей; исследуемая балка – в направлении буквенных осей; поверху дощатого настила перекрытия выполнен подстилающий слой из керамзитобетона, устроена стяжка из цементно-песчаного раствора и чистый пол из плит керамогранита; перед испытанием штукатурный слой с поверхностей балки был удален.

Нагружение перекрытия производилось полнотельными одинарными керамическими кирпичами, укладываемыми по площади загружаемого перекрытия равномерно. По результатам контрольных взвешиваний усредненный вес одного кирпича составил 3,258 кг (минимальное значение – 3,063 кг, максимальное – 3,724 кг). Площадь нагружения перекрытия – 13,0 м².

Для испытания №1 за контрольную величину нагрузки принята нормативная временная нагрузка 300 кг/м^2 . Контрольная величина прогиба составляет $1/150$ часть от пролета конструкции: 21 мм – для деревянного перекрытия, 12 мм – для железобетонной балки.

Для испытания №2 за контрольную величину нагрузки принята нормативная временная нагрузка 200 кг/м^2 . Контрольная величина прогиба составляет $1/150$ часть от пролета (21 мм) – для деревянного перекрытия, $1/200$ часть пролета ($27,5 \text{ мм}$) – для железобетонной балки.

Загружение выполнялось ступенчато: четыре ступени по 80 кг/м^2 . После каждой ступени нагружения перекрытие выдерживалось не менее 15 минут. На каждой ступени снимались показания прогибомеров, а также производился осмотр конструкций снизу на предмет образова-

ния трещин. Велась фотосъемка. После загрузки полной нагрузкой (320 кг/м^2 – для коридора и 240 кг/м^2 – для офисного помещения) перекрытие выдерживалось под нагрузкой трое суток.

Для определения величины фактического прогиба перекрытия использовались прогибомеры 6ПАО (цена деления $0,01 \text{ мм}$). Прогибомеры были установлены в середине пролета перекрытия и балки. Под конструкцию перекрытия на исследуемом участке на время испытаний были подведены страховочные опоры. Определение ширины раскрытия трещин выполнялось с помощью измерительного микроскопа МПБ-2.

Виды на испытываемые перекрытия показаны на рис. 6–9. Результаты испытаний представлены в таблицах 1 и 2. Графики зависимости фактического прогиба от нагрузки представлены на рис. 10 и 11.



Рис. 6. Испытание № 1. Вид на нижнюю поверхность перекрытия и балки



Рис. 7. Испытание № 1. Загруженный полной нагрузкой участок перекрытия (вид со стороны второго этажа)



Рис. 8. Испытание № 2. Общий вид испытываемых конструкций со стороны первого этажа



Рис. 9. Испытание № 2. Загруженный полной нагрузкой участок перекрытия (вид со стороны второго этажа)

Таблица 1

Результаты испытаний перекрытия № 1

№ ступени	Нагрузка на перекрытие, кг (кг/м ²)	Показания прогибомеров			
		ПРГ-1 (дерев. пер.)		ПРГ-2 (балка)	
		отсчет	прогиб, мм	отсчет	прогиб, мм
0	0	8289		7848	
1	80	8346	0,57	7901	0,53
2	160	8409	1,20	7958	1,10
3	240	8482	1,93	8019	1,71
4	320	8554	2,65	8081	2,33
Выдержка трое суток	320	8555	2,66	8082	2,34
Разгрузка	0	8292	0,02	7847	0,01

Результаты испытаний перекрытия № 2

№ ступени	Нагрузка на перекрытие, кг (кг/м ²)	Показания прогибомеров			
		ПРГ-1 (дерев. перег.)		ПРГ-2 (балка)	
		отсчет	прогиб, мм	отсчет	прогиб, мм
0	0	4961		0538	
1	80	5042	0,81	0636	0,98
2	160	5117	1,56	0748	2,10
3	240	5188	2,27	0862	3,24
Через 1 сутки	240	5190	2,29	0865	3,27
Через 2 суток	240	5191	2,30	0866	3,28
Через 3 суток	240	5191	2,30	0866	3,28
Разгрузка	0	4963	0,02	0539	0,01

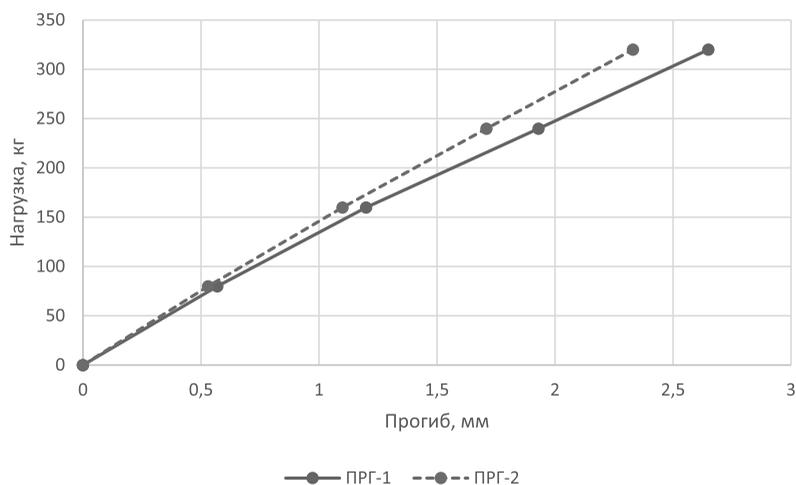


Рис. 10. График зависимости фактического прогиба от дополнительной нагрузки для перекрытия № 1

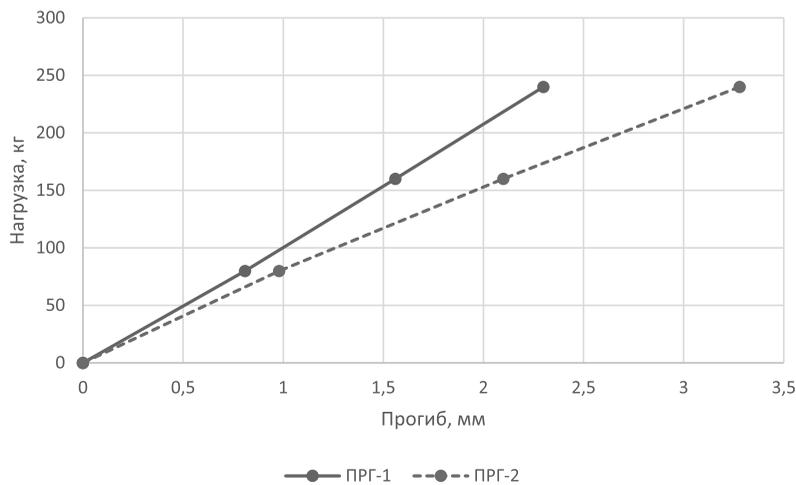


Рис. 11. График зависимости фактического прогиба от дополнительной нагрузки для перекрытия № 2

Прогиб конструкций возрастал пропорционально прикладываемой нагрузке. Максимальная величина прогиба деревянного перекрытия составила 2,34 мм для испытания №1 и 2,3 мм для испытания № 2, максимальный прогиб железобетонной балки составил 2,66 мм для испытания №1 и 3,28 мм для испытания № 2. Показания прогибомеров не свидетельствовали о наличии пластических деформаций. Предельно допустимые значения прогибов значительно превышают фактические величины. Максимальная ширина раскрытия нормальных трещин в конструкциях на последнем этапе нагружения не превышала 0,05 мм. После выдержки конструкций под нагрузкой в течение трех суток показания прогибомеров зафиксировались на одном значении. После снятия нагрузки показания прогибомеров вернулись к первоначальным значениям. Признаков, свидетельствующих о разрушениях конструкций, не зафиксировано.

Таким образом, проведенные натурные испытания перекрытий подтвердили их несущую способность с учетом принятых расчетных предпосылок, что позволило избежать дорогостоящего усиления конструкций и продлить срок эксплуатации здания. При этом для обеспечения механической безопасности с учетом требуемого уровня надежности дальнейшая эксплуатация здания возможна при обязательном мониторинг технического состояния.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гойкалов А.Н. Техническое обследование исторических зданий при их восстановлении с учетом дефектов каменных конструкций // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. 2017. №3–4 (28–29). С. 35–40.
2. Щитов Д.В., Щитова Т.В. Особенности обследования несущих конструкций реконструируемых зданий и сооружений // Современная наука и инновации. 2014. №4(8). С. 72–77.
3. Шепелев А.П., Ибатуллин Р.Р., Бузовская Я.А. Особенности обследования технического состояния зданий исторической застройки на примере усадьбы купчихи М.М. Дьяковой (общезитие № 3 АСА САМГТУ) // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительство: сб. статей. Самара. САМГТУ, 2019. С. 206–214.
4. Шестеров Е.А., Панин А.Н. Особенности обследования технического состояния строительных конструкций зданий исторической застройки Санкт-Петербурга // Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании. 2017. С. 298–302.
5. Штенгель В.Г., Евдокимов Б.А. Обследование несущих конструкций старых зданий перед их реставрацией или реконструкцией // В мире неразрушающего контроля. 2018. №4. С. 26–31.

6. Кузнецов Д.Н. Напряженно-деформированное состояние стального двутавра в составе комбинированной балки, часть 3 // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2020. №1(733). С. 18–33.

7. Фаттахова А.И. Анализ распределения усилий в сдвиговых упорах комбинированных перекрытий многоэтажных зданий с различным соотношением сторон // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2020. №1(733). С. 45–56.

8. Айрумян Э.Л., Каменщиков Н.И., Румянцева И.А. Особенности расчета монолитных плит стале-железобетонных перекрытий по профилированному стальному настилу // Промышленное и гражданское строительство. 2015. №9. С. 21–26.

9. Линьков В.И. Моделирование работы деревянных балок составного сечения на податливых связях с применением теории составных стержней Ржаницына А.Р. // Строительная механика и расчет сооружений. 2011. №5(238). С. 30–35.

10. Босаков С.В., Мордич А.И., Карякин А.А., Сонин С.А., Дербенцев И.С., Попп П.В. Результаты испытания нагружением сборно-монолитного перекрытия, опертго на несущие стены многоэтажного здания // Промышленное и гражданское строительство. 2018. №2. С. 25–42.

11. Коянкин А.А., Митасов В.М. Испытания сборно-монолитного перекрытия на строящемся жилом доме // Бетон и железобетон. 2016. №3. С. 20–22.

12. Тамразян А.Г., Орлова М.А. Экспериментальные исследования напряженно-деформированного состояния железобетонных изгибаемых элементов с трещинами // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2015. №6(53). С. 98–105.

REFERENCES

1. Goikalov A.N. Technical inspection of historical buildings during their restoration taking into account defects of stone structures. *Nauchnyj zhurnal Inzhenernyye sistemy i sooruzheniya*[Scientific Journal. Engineering systems and structures], 2017. no.3-4 (28-29). pp. 35-40. (in Russian)
2. Shchitov D.V., Shchitova T.V. Features of inspection of load-bearing structures of reconstructed buildings and structures. *Sovremennaya nauka i innovacii* [Modern Science and innovation]. 2014. no. 4(8). pp. 72-77. (in Russian)
3. Shepelev A.P., Ibatullin R.R., Buzovskaya Ya.A. Features of the survey of the technical condition of historical buildings on the example of the estate of the merchant M.M. Dyakova (dormitory No. 3 ASA SAMSTU). *Tradicii i innovacii v stroitel'stve i arhitekture*[Traditions and innovations in construction and architecture]. Construction: Collection of articles. Samara: SAMSTU. 2019. pp. 206-214. (in Russian)
4. Shesterov E.A., Panin A.N. Features of the survey of the technical condition of building structures of buildings of historical development of St. Petersburg.

Integraciya partnerstvo i innovacii v stroitel'noj nauke i obrazovanii [Integration, partnership and innovation in construction science and education]. Collection of articles. 2017. pp. 298-302. (in Russian)

5. Shtengel V.G., Evdokimov B.A. Inspection of load-bearing structures of old buildings before their restoration or reconstruction. *V mire nerazrushayushchego kontrolya* [In the world of non-destructive testing]. 2018. no. 4. pp. 26-31. (in Russian)

6. Kuznetsov D.N. The stress-strain state of a steel I-beam as part of a combined beam, part 3. *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Stroitel'stvo* [Izvestiya of higher educational institutions]. Construction. 2020. no. 1(733). pp. 18-33. (in Russian)

7. Fattakhova A.I. Analysis of the distribution of forces in the shear stops of combined floors of multi-storey buildings with different aspect ratios. *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Stroitel'stvo* [Izvestiya of higher educational institutions]. Construction]. 2020. no. 1(733). pp. 45-56. (in Russian)

8. Ayrumyan E.L., Kamenshchikov N.I., Rumyantseva I.A. Features of calculation of monolithic slabs of steel-reinforced concrete floors on profiled steel flooring. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo* [Industrial and civil construction]. 2015. No.9. pp. 21-26. (in Russian)

9. Linkov V.I. Modeling of the work of composite wooden beams on malleable bonds using the theory of composite rods Rzhantsyn A.R. *Stroitel'naya mekhanika i raschet sooruzhenij* [Construction mechanics and calculation of structures]. 2011. no.5(238) pp. 30-35(in Russian)

10. Bosakov S.V., Mordich A.I., Karyakin A.A., Soinin S.A., Derbentsev I.S., Popp P.V. Results of the loading test of a prefabricated monolithic ceiling supported on the load-bearing walls of a multi-storey building. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo* [Industrial and civil construction]. 2018. no.2. S25-42. (in Russian)

11. Koyankin A.A., Mitasov V.M. Tests of a prefabricated monolithic ceiling on a residential building under construction. *Beton i zhelezobeton* [Concrete and reinforced concrete]. 2016, no. 3, pp. 20-22. (in Russian)

12. Tamrazyan A.G., Orlova M.A. Experimental studies of the stress-strain state of reinforced concrete bent elements with cracks. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta* [Bulletin of Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering]. 2015. no. 6(53). pp. 98-105. (in Russian)

Об авторах:

ШЕПЕЛЕВ Александр Петрович

старший преподаватель кафедры железобетонных конструкций
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: Shepelevap@mail.ru

SHEPELEV Alexandr P.

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

ИБАТУЛЛИН Рустам Рафаилович

ассистент кафедры железобетонных конструкций
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: Rustic2@yandex.ru

IBATULLIN Rustam R.

Chief lecturer of the Reinforced Concrete Structures Chair
Samara State Technical University
Academy of Architecture and Civil Engineering
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya, 244
E-mail: Rustic2@yandex.ru

ПИЩУЛЕВ Александр Анатольевич

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

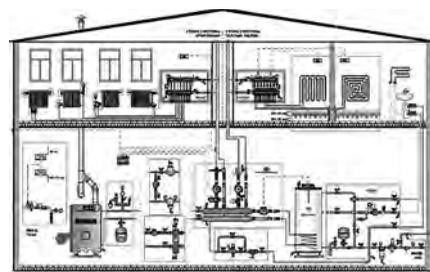
PISHULEV Alexandr A.

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

Для цитирования: Шепелев А.П., Ибатуллин Р.Р., Пищулев А.А. Натурное испытание нагружением сборного комбинированного перекрытия жилого здания постройки начала 1950-х годов // Градостроительство и архитектура. 2022. Т. 12, № 4. С. 15–24. DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.3.

For citation: Shepelev A.P., Ibatullin R.R., Pishulev A.A. Full-Scale Load Testing of a Prefabricated Combined Floor of a Residential Building of the early 1950s. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2022, vol. 12, no. 4, pp. 15–24. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.3.

ВОДОСНАБЖЕНИЕ, КАНАЛИЗАЦИЯ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ



УДК 628.3

DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.04

Е. И. ВЯЛКОВА

ИЗВЛЕЧЕНИЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ ИЗ СТОЧНЫХ ВОД ПРИРОДНЫМИ СОРБЕНТАМИ АРКТИКИ

EXTRACTION OF PETROLEUM PRODUCTS FROM WASTEWATER BY NATURAL SORBENTS OF THE ARCTIC

Нефтегазодобыча в Ямало-Ненецком и Ханты-Мансийском автономных округах оказывает неблагоприятное влияние на экологическое состояние Арктики. С целью предупреждения загрязнения северных водных объектов нефтепродуктами рассматриваются местные природные материалы (торф, мох и ягель) в качестве сорбентов. Построены изотермы сорбции при разной исходной концентрации загрязняющего вещества (250,50 и 0,5 мг/дм³); определены закономерности изменения интенсивности сорбции нефтепродуктов. Проводилась модификация сорбентов микроволновым излучением, которая оказала заметный положительный эффект на образцы ягеля. На основании данных лабораторного эксперимента были рассчитаны конструктивные параметры фильтрующих кассет. Эффективность и дешевизна позволяют предположить экономическую целесообразность использования данных материалов в технологиях очистки сточных вод.

Ключевые слова: нефтепродукты, очистка сточных вод, сорбция, природные сорбенты

Oil and gas production in the Yamal-Nenets and Khanty-Mansi Autonomous Okrugs has an adverse impact on the ecological state of the Arctic. In order to prevent pollution of northern water bodies with oil products, local natural materials (peat, moss and reindeer moss) are considered as sorbents. Sorption isotherms were constructed for different initial concentrations of the pollutant (250.50 and 0.5 mg/dm³); regularities of changes in the intensity of sorption of oil products are determined. The sorbents were modified by microwave radiation, which had a noticeable positive effect on reindeer moss samples. Based on the data of a laboratory experiment, the design parameters of filter cassettes were calculated. Efficiency and low cost suggest the economic feasibility of using these materials in wastewater treatment technologies.

Keywords: oil products, wastewater treatment, sorption, natural sorbents

Согласно Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности до 2035 года [1], территория Арктики обеспечивает добычу более 80 % природного газа и 17 % российской нефти. Например, только на Арктическом шельфе открыто 26 месторождений нефти и газа, из которых 7 подготовлены к разработке [2]. Наибольший вклад в производство жидких углеводородов вносят нефтегазодобывающие предприятия, большинство из которых сосредоточены на севере региона в Ханты-Мансийском автономном округе –

Югре (ХМАО) и Ямало-Ненецком автономном округе (ЯНАО) [3].

В процессе антропогенного воздействия и изменения климатических условий возникают неблагоприятные экологические последствия. Отмечается, что в районах добычи нефти, природного газа и других полезных ископаемых источники водоснабжения более загрязнены в результате активного промышленного использования территории и, как следствие, техногенного поступления нефти и нефтепродуктов в окружающую среду [4–9]. В табл. 1 приведены примеры содержания нефтепродуктов в сточных

водах некоторых нефтепромысловых предприятий и объектов инфраструктуры [6–8]. В табл. 2 сведены данные по состоянию поверхностных источников воды на территориях нефтедобычи Тюменского севера [9]. Пространственный анализ загрязнений показал, что наибольшая площадь ареалов, где водные объекты содержат нефтепродукты, сосредоточена на территориях ХМАО и ЯНАО. Превышение ПДК тесно связано с размещением основных месторождений и трубопроводов углеводородного сырья. Это происходит по нескольким причинам, одна из которых – поступление в реки загрязнений в составе неочищенных или плохо очищенных сточных вод. В связи с этим в числе основных решаемых задач стоит минимизация сбросов в водные объекты загрязняющих веществ при осуществлении хозяйственной и иной деятельности [1].

Современные технологические схемы обработки сточных вод предусматривают в своем составе сооружения, в которых собираются и удаляются всплывающие загрязнения, например песколовки-нефтеловушки, отстойники, флотаторы, гидроциклоны и др. [6, 7]. Одним из самых распространенных способов доочистки воды от остаточных нефтепродуктов является сорбция, которая применяется в сооружениях, таких как сорбционные фильтры и сорбционные колонны. Основными технологическими параметрами фильтров с зернистыми загрузкими являются скорость фильтрования, высота слоя фильтрующего материала, крупность фракций материала, а также форма зерна материала, его пористость и неоднородность [10]. Самым распространенным и наиболее эффективным

загрузочным материалом таких сооружений считаются активированные угли, которые для Тюменского региона весьма дороги из-за отсутствия рядом месторождений. Перспективные сорбционные материалы для очистки сточных вод должны обладать не только высокими сорбционными свойствами, но и быть нетоксичными, способными к регенерации и легко утилизироваться, а также иметь низкую стоимость и доступную сырьевую базу. Эти требования заставляют исследователей обращаться и к другим сорбентам природного происхождения [11].

Основным недостатком природных материалов как сорбентов является их слабо выраженная сорбционная способность, на которую также негативно влияет их повышенная гидрофильность. Снижения водопоглощения и повышения сорбционной активности возможно добиться путем различных модификаций [12–14]. Наиболее популярные способы модификации и активации сорбентов следующие: термообработка (разные способы нагрева или сжигания) или обработка горячим паром [15, 16]; обработка растворами солей, щелочей или кислот, может быть в сочетании с термообработкой [14]; методы физико-химического воздействия на сорбент или смесь сорбента и сорбата [13]. В последнее время все чаще обращаются к методам физического воздействия, таким как микроволны, ультразвук и др. [17–20]. Главные критерии при выборе способов модификации – эффективность, экономичность, безопасность и технологичность. В табл. 3 представлены наилучшие результаты по исследованию некоторых сорбентов природного происхождения на извлечение из воды нефтепродуктов [13–16, 21, 22, 24].

Таблица 1

Концентрация нефтепродуктов в сточных водах

Концентрация нефтепродуктов в исходной воде, мг/дм ³	Виды сточных вод и их источники			
	Нефтепро-мысловые сточные воды	Дождевые сточные воды нефтебаз	Производственные сточные воды нефтебаз	Хозяйственно-бытовые сточные воды вахтовых поселков
Общие, в т.ч.:	-	20-1000	400-15000	до 10
плавающие	До 10000	-	350 -14700	-
эмульгированные	500-600	-	50-300	-
растворенные	До 10	-	5-20	-

Таблица 2

Среднегодовые концентрации нефтепродуктов в воде западносибирских рек на гидрохимических постах наблюдений в 2016–2017 гг.

Наименование водного объекта	Р. Обь	Р. Иртыш	Р. Пур	Р. Таз	Р. Сось
Концентрация нефтепродуктов, мг/дм ³	0,005-0,079	0,01-0,692	0,039-0,133	0,039-0,093	0,136-0,161
Превышение ПДК = 0,05 мг/дм ³	1,58	13,84	2,66	1,86	3,22

Природные сорбенты могут использоваться для удаления из сточных вод и других видов загрязнений. Например, измельченные ветки городских деревьев, сосновые опилки, а также модифицированная кора неплохо сорбируют ионы меди [24, 25]. Отмечается способность мхов аккумулировать различные металлы, и это свойство может быть использовано в очистных сооружениях промышленного поверхностного стока [26]. Предварительно модифицированный торф способен удалять

из воды ионы марганца, свинца, хрома и меди [14]. Аналитические описания сорбционных свойств природных сорбентов были приведены в ранее опубликованных работах [13, 14, 24, 27], которые использовались за основу в данной исследовательской работе.

В качестве природных сорбентов были рассмотрены торф, мох и ягель, взятые на территории Ямало-Ненецкого автономного округа в Приуральском районе Арктической зоны России. Основные данные приведены в табл. 4.

Таблица 3

Извлечение природными сорбентами нефтепродуктов

Сорбент	Модификация	Условия обработки	Результаты и эффекты
Торф	Промывка, сушка	T = 20 °C	Извлечение растворенных нефтепродуктов из воды 0,36 г/г при исходной концентрации 250 мг/дм ³
Торф	Нагрев микроволнами	W60-900 Вт, 12–60 мин	Нефтеемкость увеличивается и составляет 2,5–2,73 г/г.
Сосновые опилки	Нагрев микроволнами	W600 Вт, 2 мин	Увеличение сорбционной емкости по растворенным нефтепродуктам в 3,7–4 раза
Опилки ясеня	Обработка кислотой	30 мин в 3 % HNO	Увеличение нефтеемкости на 43 % до 5,93 г/г
Ветки тополя	Измельчение	Крупность не более 2 мм	Сорбция растворенных нефтепродуктов 0,17 мг/г при исходной концентрации 10 мг/дм ³
Рисовая шелуха	Сжигание	T = 500–800 °C	Удаление нефтепродуктов из воды на 78–98 %
Рисовая солома	Нагрев	T = 140 °C, 10 мин	Извлечение дизельного топлива из морской воды возрастает в 1,32 раза

Таблица 4

Данные по образцам Арктических природных материалов

Внешний вид образца	Название	Место взятия	Описание материала
	Торф	Месторождение вдоль берега реки Щучье, в 15 км от села Белоярск. Координаты GPS: 66.824494, 68.296897	Торф имеет особую рыхлую волокнистую структуру, состоящую из растительного слоя. Влажный, серовато-бурого цвета. Обладает природным земельным запахом, без техногенных примесей
	Мох	В районе села Аксарка, по дороге Аксарка-Салехард на 21 км, в тундре. Координаты GPS: 66.462440, 67.521224	Листья арктического мха имеют нитевидную структуру и растут по спирали вокруг стебля. Цвет растения изменяется от болотного до светло-зеленого; мох насыщен влагой и обладает растительным запахом
	Ягель		Лишайник из рода <i>кладония</i> , или «олений мох»; его небольшие ветвистые кустики напоминают кораллы. Цвет ягеля изменяется от бурого до светло-серого, сухое растение обладает слабым растительным запахом

Образцы природных сорбентов тщательно промывались и высушивались до постоянного веса при температуре 20 °С. Исследование процессов сорбции проводилось для трех значений начальной концентрации нефтепродуктов (0,5, 50 и 250 мг/дм³) в модельном растворе. В динамических условиях при заданной скорости фильтрования (от 0,2 до 0,5 см/с) определялась остаточная концентрация вещества (мг/дм³) и рассчитывалась сорбционная емкость (мг/г). Далее анализировалась интенсивность процесса извлечения нефтепродуктов, характеризуемая коэффициентом Генри (Г) в зависимости $C_p = Г \cdot C_s$ (C_p – сорбционная емкость, мг/г, C_s – остаточная концентрация загрязнения, мг/дм³) для прямолинейного интервала изотермы сорбции.

Измерение массовой концентрации нефтепродуктов в пробах воды осуществлялось флуориметрическим методом с использованием прибора «Флюорат-02-3М» согласно методике ПНД Ф 14.1:2.4.128-98. Модификация сорбентов осуществлялась методом физического воздействия: микроволновое облучение в бытовой СВЧ-печи при мощности $W = 600$ Вт и частоте 2,45 Гц в течение 1 мин.

Построенные по результатам эксперимента изотермы сорбции нефтепродуктов торфом (рис.1) имеют прямолинейный характер. Отмечено пропорциональное изменение коэффициента Генри в уравнениях: чем выше исходное содержание загрязнения в воде, тем интенсивнее протекает процесс сорбции.

В результате подтвердилась способность исследуемого торфа извлекать из воды нефтепродукты [14,27], при этом чем выше исходная концентрация загрязнения в воде, тем выше эффективность очистки. Предварительная обработка образцов торфа микроволновым облучением повышает сорбционную емкость всего на 3–5 %.

Изотермы сорбции нефтепродуктов мхом и ягелем для различной начальной концентрации загрязняющего вещества представлены на рис. 2 и 3.

Все виды растительных сорбентов отлично сорбируют нефтепродукты в условиях высокой исходной концентрации (250 мг/дм³), и гораздо хуже в случае средних (50 мг/дм³) и особенно низких значений (0,5 мг/дм³). На рис. 4 показано изменение интенсивности процесса сорбции торфом, мхом и ягелем в зависимости от начальной концентрации вещества.

Микроволновая обработка дает положительный эффект для образцов ягеля: сорбционная емкость может быть увеличена на 11–15 %. Для образцов мха модификация микроволнами не существенна – сорбционная емкость возрастает всего на 1–3 %.

С целью практического применения результатов исследований расчетным методом определялись конструктивные размеры съемных фильтрующих кассет с загрузкой из изучаемых сорбентов. Кассета представляет собой квадратное в плане устройство на деревянном каркасе с обшивкой из фильтрующей ткани (например холщевой), и внутри заполненное торфом или другим материалом. Кассета может вставляться в специальный железобетонный колодец как съемный фильтрующий элемент.

Ранее была получена эмпирическая зависимость для определения высоты фильтрующего слоя (Hk) в реальной установке для очистки нефтесодержащих сточных вод при использовании сорбентов растительного происхождения [14]:

$$Hk = \frac{1}{\beta} \vartheta_{\phi} \ln \left(1,5 \frac{c_0}{c} \right) K_{\text{зап}}, \quad (1)$$

где ϑ_{ϕ} – скорость фильтрования, находится в пределах от 0,2 до 0,5 см/с; $K_{\text{зап}}$ – коэффициент запаса, равный 1,5–2,0; β – коэффициент массопереноса, определяется по формуле

$$\beta = -\frac{1}{\tau_{\text{пр}}} \ln \frac{C_{\text{мгн}}}{C_0}. \quad (2)$$

Коэффициент массопереноса β (с⁻¹) определяется в каждом отдельном случае по величине «мгновенного проскока» $C_{\text{мгн}}$ (мг/дм³) и времени $\tau_{\text{пр}}$ (с) при прочих равных условиях.

Технологические параметры исследуемых образцов, необходимые для определения конструктивных параметров фильтрующих кассет, представлены в табл. 5.

Полезная площадь фильтрующей кассеты F (м²) определяется по формуле

$$F = \frac{Q}{24 \cdot \vartheta_h \cdot N} K_3, \quad (3)$$

где Q – суточный расход сточных вод, м³/сут; ϑ_h – скорость фильтрации, принимается от 10 до 20 м/ч; N – количество рабочих установок; коэффициент запаса $K_3 = 1,4$.

Например, при расчетной скорости фильтрования 18 м/ч и расходе 200 м³/сут необходимая площадь одной фильтрующей кассеты с загрузкой из природного сорбента (при общем количестве рабочих установок –2) составит 0,324 м² с размерами в плане 0,6×0,6 м. Высота кассеты принимается в зависимости от вида загрузки (табл.5). В среднем, при неизменной входной концентрации такая кассета сможет прослужить от 3 до 7 сут, далее ее необходимо заменить на новую. Отработанную кассету, насыщенную нефтепродуктами, высушивают и используют как топливный брикет.

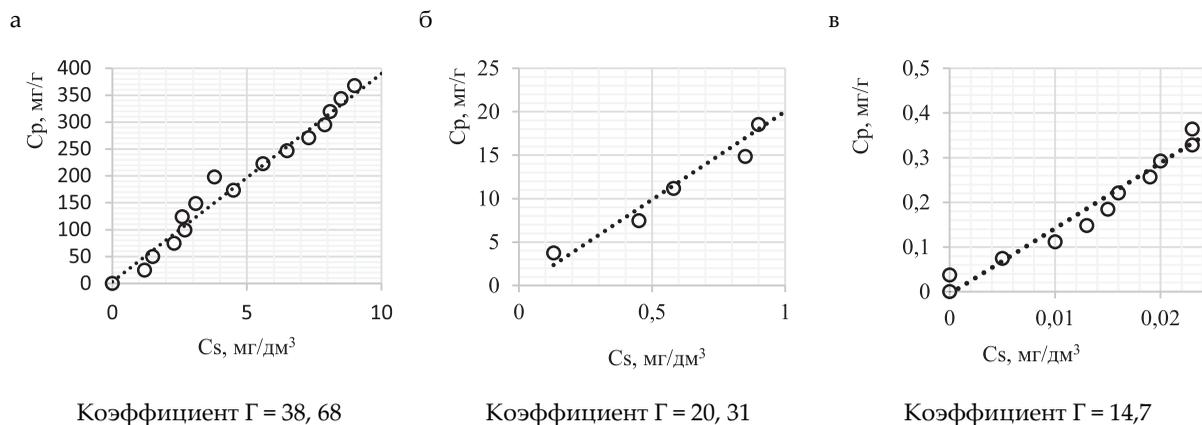


Рис. 1. Изотермы сорбции нефтепродуктов торфом из водных растворов при исходной концентрации, мг/дм³: а – $C_0 = 250$; б – $C_0 = 50$; в – $C_0 = 0,5$

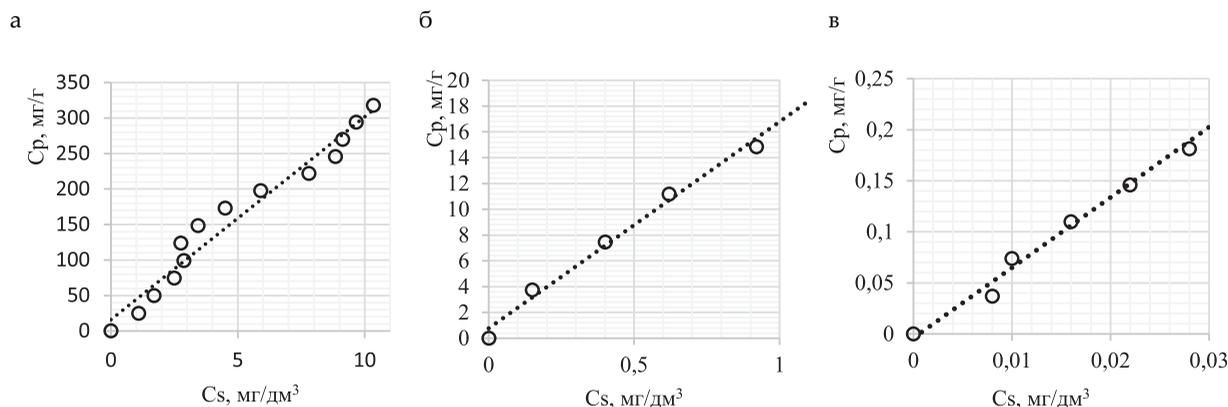


Рис. 2. Изотермы сорбции нефтепродуктов мхом из водных растворов при исходной концентрации, мг/дм³: а – $C_0 = 250$; б – $C_0 = 50$; в – $C_0 = 0,5$

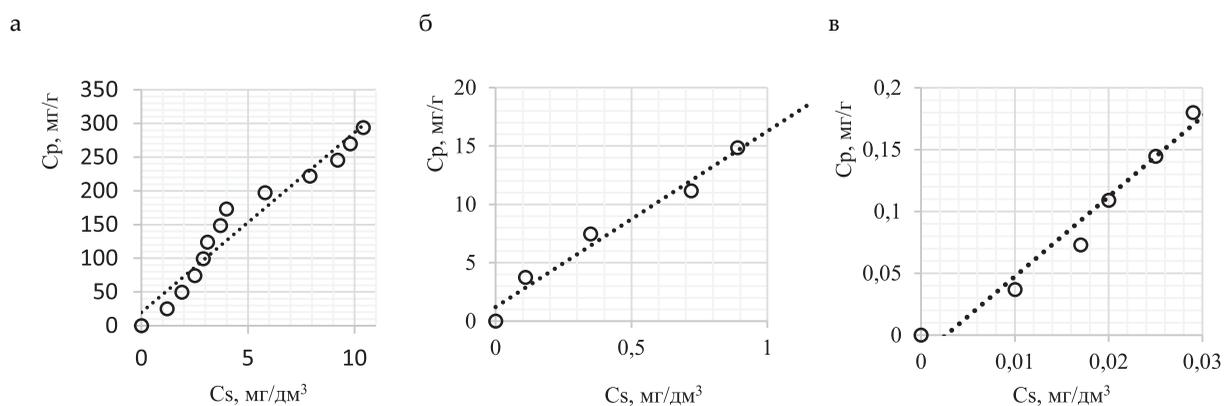


Рис. 3. Изотермы сорбции нефтепродуктов ягелем из водных растворов при исходной концентрации, мг/дм³: а – $C_0 = 250$; б – $C_0 = 50$; в – $C_0 = 0,5$

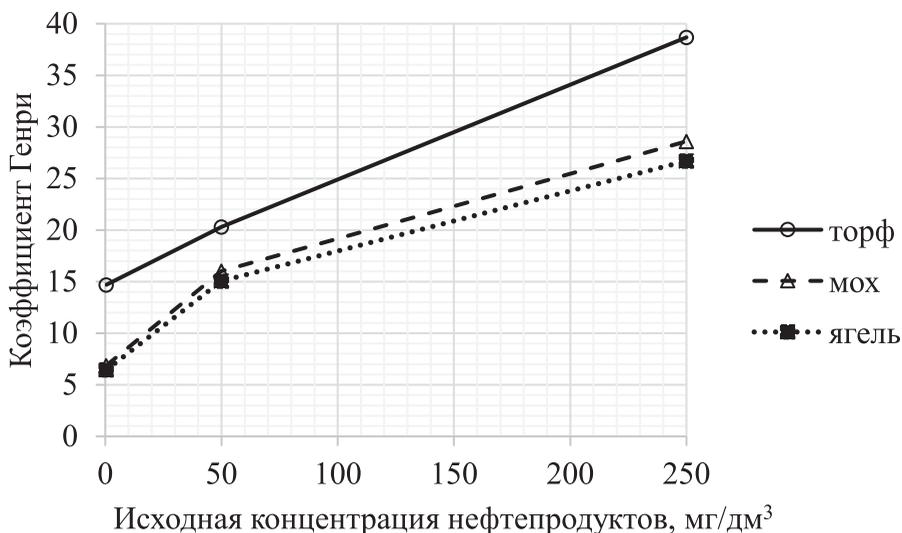


Рис. 4. Изменение интенсивности процесса сорбции нефтепродуктов из модельно водного раствора в зависимости от исходной концентрации

Таблица 5

Технологические параметры природных сорбентов

Вид сорбента	$C_0/C_{вых}$ мг/дм³	$C_{мг}$ мг/дм³	$\tau_{пр}$, с	β , с ⁻¹	ϑ_{ϕ} , см/с	H_k , см
Образцы сорбентов без обработки						
Торф	10/0,05	3,51	10	0,1047	0,5	54,5
Мох	10/0,05	3,68	11	0,0909	0,5	62,8
Ягель	10/0,05	4,01	13	0,0703	0,5	81,1
Образцы сорбентов с обработкой в микроволновой печи						
Торф	10/0,05	3,22	9	0,1259	0,5	45,3
Мох	10/0,05	3,46	10	0,1061	0,5	53,7
Ягель	10/0,05	3,31	11	0,1005	0,5	56,7

Выводы

Природные материалы Арктической зоны Ямало-Ненецкого автономного округа (торф, мох и ягель) являются потенциальными сорбентами для очистки сточных вод, содержащих нефть и нефтепродукты. Проведенный эксперимент на модельных растворах позволил получить изотермы сорбции и их характеристики для нескольких значений начальной концентрации нефтепродуктов. Исследования показали, что при максимальной концентрации загрязнения (250 мг/л) достигаются наилучшие результаты для всех образцов: скорость сорбции в 1,9–3 раза выше, чем при исходной средней и низкой концентрации (50 и 0,5 мг/дм³). Это подтверждает известный факт – чем выше концентрация загрязнения в воде, тем легче ее можно снизить сорбцией, в том числе и с использованием торфа, мха или ягеля.

Модификация исследуемых материалов микроволновым облучением незначительно улучшает сорбционные свойства торфа (на 3–5 %) и мха (на 1–3 %). Микроволновая обработка ягеля повышает сорбционную емкость на 11–15 %. Этот способ дополнительной обработки ягеля позволит сократить высоту слоя загрузки фильтрующих сооружений или увеличить срок их службы.

В результате эксперимента получены параметры, необходимые для моделирования фильтрующих касет с загрузкой из торфа, мха или ягеля. Расчетным способом определены конструктивные размеры сооружений очистки сточных вод, содержащих нефть и нефтепродукты в концентрации не более 10 мг/л. Данные фильтры можно применять на стадии доочистки хозяйственно-бытовых сточных вод вахтовых поселков или на стадии основной очистки

поверхностного стока с площадок нефтяных месторождений, нефтебаз и других профильных предприятий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Указ Президента Российской Федерации №645 «О Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности до 2035 года» [Электронный ресурс]. 2020. Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/45972> (дата обращения: 06.02.2022).
2. Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А., Шабалин Н.А., Кондратьев А.Т., Еремин А.Н. Состояние и перспектива традиционного и интеллектуального освоения углеводородных ресурсов Арктического шельфа России. [Электронный ресурс]. 2017. Режим доступа: <https://magazine.neftegaz.ru/articles/rynok/538351-sostoyaniye-i-perspektivy-osvoeniya-uglevodorodnykh-resursov-arkticheskogo-shelfa-rossii/> (дата обращения: 06.02.2022).
3. Тюменская область – Википедия [Электронный ресурс]. 2020. Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Тюменская_область (дата обращения: 06.02.2022).
4. Доклад об экологической ситуации в Ямало-Немецком автономном округе в 2020 году [Электронный ресурс]. 2021. Режим доступа: <https://dprg.yanao.ru/documents/active/115140/> (дата обращения: 06.02.2022).
5. Доклад об экологической ситуации в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре в 2020 год [Электронный ресурс]. 2021. Режим доступа: <https://prirodnadzor.admhmao.ru/doklady-i-otchyety/doklad-ob-ekologicheskoy-situatsii-v-khanty-mansiyskom-avtonomnom-okruge-yugre/5856244/2020-god/> (дата обращения: 06.02.2022).
6. Адельшин А.А., Адельшин А.Б., Гришин Б.М., Бикунцова М.В., Сафронов М.А. Очистка сточных вод нефтепромыслов с применением высокопроизводительных блочно-модульных установок: монография. Пенза: ПГУАС, 2015. 136 с.
7. Стахов Е. А. Очистка нефтесодержащих сточных вод предприятий хранения и транспорта нефтепродуктов. Л.: Недра, 1983. 263 с.
8. Вялкова Е.И., Максимова С.В., Землянова М.В., Воронцова А.В. Проектирование систем водоотведения вахтовых поселков при нефтегазовых месторождениях Западной Сибири. Тюмень: ТИУ, 2020. 187 с.
9. Мезенцева О.В., Волковская Н.П., Захарова В.П., Гурьянова В.В. Загрязнение западносибирских рек нефтепродуктами за период 2000–2017 гг. // Успехи современного естествознания. 2018. № 12–1. С. 175–181.
10. Дзюбо В.В. О фильтрующих материалах и параметрах работы водоочистных фильтров // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2019. Т. 21. № 1. С. 177–187.
11. Привалова Н.М., Двадненко М.В., Некрасова А.А., Попова О.С., Привалов Д.М. Очистка нефтесодержащих сточных вод с помощью природных и искусственных сорбентов // Научный журнал КубГАУ. 2015. № 113 (09). С. 10.
12. Rafeah W., Luqman A. Ch., Thomas Sh. Y. Ch., Zainab N., Mohsen M.N. Oil removal from aqueous state by natural fibrous sorbent: An overview // Separation and Purification Technology. 2013. n 113. pp. 51–63.
13. Малышкина Е.С., Вялкова Е.И., Осипова Е.Ю. Использование природных сорбентов в процессе очистки воды от нефтепродуктов // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2019. Т. 21. № 1. С. 188–200.
14. Большаков А.А., Вялкова Е.И. Природные минералы Тюменской области: свойства и перспективы использования в процессах очистки воды: монография. С.-Петербург: ООО «Недра», 2005. 128 с.
15. Faizal A.M., Kuttly S.R.M., Ezechi E.H. Removal of Oil from Water by Column Adsorption Method Using Microwave Incinerated Rice Husk Ash (MIRHA) // InCIEC 2014. 2015, Pp. 963–971.
16. Taufik S.H., Ahmad S.A., Zakaria N.N., Shaharuddin N.A., Azmi A.A., Khalid F.E., Merican F., Convey P., Zulkharnain A., Abdul Khalil K. Rice Straw as a Natural Sorbent in a Filter System as an Approach to Bioremediate Diesel Pollution// Water. 2021.V.13(23). DOI:10.3390/w13233317.
17. Bakhia T., Khamizov R.K., Bavizhev M.D., Konov M.A. The effect of microwave treatment of clinoptilolite on its ion-exchange kinetic properties// Sorpt. Chromatogr. Process. 2016.V.16.Pp.803–812.
18. Бердоносос С.С. Микроволновая химия // Соросовский образовательный журнал. 2001.Т.7. №1. С.32–38.
19. Vialkova E., Obukhova V., Belova L. Microwave irradiation in technologies of wastewater and wastewater sludge treatment: a review // Water. 2021.V.13(13). DOI:10.3390/w13131784.
20. Staicu V., Luntraru C., Calinescu I., Chisega-Negrila C.G., Vinatoru M., Neagu M., Gavrilă A.I., Popa I. Ultrasonic or Microwave Cascade Treatment of Medicinal Plant Waste // Sustainability. 2021.V.13.Doi:10.3390/su132212849.
21. Bannova E.A., Kitaeva N.K., Merkov S.M., Muchkina M.V., Zaloznaya E.P., Martynov P.N. Study of a method for obtaining a hydrophobic sorbent based on modified peat//Sorpt. Chromatogr. Process. 2013. 13. Pp. 60-68.
22. Данилов О.С., Михеев В.А., Москаленко В.А. Исследование влияния электромагнитного микроволнового излучения на твердые горючие ископаемые. 2011.Т.13. №1 (5). С.1264–1267.
23. Денисова Т.Р., Шайхиев И.Г., Синпель И.Я. Увеличение нефтеемкости опилок ясеня обработкой растворами кислот // Вестник технологического университета. 2017. Т. 18. № 17. С. 233–235.
24. Воронов А.А., Максимова С.В., Осипова Е.Ю. Очистка талых вод урбанизированных территорий с использованием фитосорбентов // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2021. Т.23(2). С.105–117. DOI:10.31675/1607-1859-2021-23-2-105-117
25. Микова Н.М., Скворцова Г.П., Мазурова Е.В., Чесноков Н.В. Влияние сшивающего эффекта на свой-

ства сорбентов, получаемых из коры осины и лиственницы // Журнал прикладной химии. 2019. Т. 92. Вып. 10. С. 1333–1343. DOI: 10.1134/S0044461819100128.

26. Урлик Д.В., Тимофеева С.С., Брюхтов М.Н. Возможности использования листостебельных мхов в очистке сточных вод // Вестник ИрГТУ. 2013. №12 (83). С.136–139.

27. Сергеева Е.С., Лантредульче Н.К. Разработка подходов к моделированию процессов очистки нефтесодержащих вод в динамических условиях природными сорбентами // Энергосбережение и энергоотведение. 2009. №4(60). С. 9–11.

REFERENCES

1. Ukaz Prezidenta Rossijskoj Federacii №645 «O Strategii razvitiya Arkticheskoy zony Rossijskoj Federacii i obespecheniya nacional'noj bezopasnosti do 2035 goda» [Decree of the President of the Russian Federation No. 645 dated October 26, 2020 «On the Strategy for the Development of the Arctic Zone of the Russian Federation and Ensuring National Security until 2035»]. Available at: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/45972> (accessed 17 July 2022).
2. Dmitrievsky A.N., Eremin N.A., Shabalin N.A., Kondratyuk A.T., Eremin A.I. State and prospects of traditional and intellectual development of hydrocarbon resources of the Arctic shelf. Available at: <https://magazine.neftgaz.ru/articles/rynok/538351-sostoyanie-i-perspektivy-osvoeniya-uglevodorodnykh-resursov-arkticheskogo-shelfa-rossii/> (accessed 17 July 2022).
3. Tyumen region – Wikipedia (2022). Available at: https://ru.wikipedia.org/wiki/Тюменская_область (accessed 17 July 2022).
4. Doklad ob ekologicheskoy situacii v Yamalo-Nenetskom avtonomnom okruge v 2020 godu [Report on the environmental situation in the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug in 2020 (2021)]. Available at: <https://dpr.yanao.ru/documents/active/115140> (accessed 17 July 2022).
5. Doklad ob ekologicheskoy situacii v Hanty-Mansiyskom avtonomnom okruge- YUgre v 2020 godu [Report on the environmental situation in the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug-Ugra in 2020 (2021)]. Available at: <https://prirodnadzor.admhmao.ru/doklady-i-otchyety/doklad-ob-ekologicheskoy-situatsii-v-khanty-mansiyskom-avtonomnom-okruge-yugre/5856244/2020-god/> (accessed 17 July 2022).
6. Adelshin A.A., Grishin B.M., Bikunova M.V., Safronov M.A. Ochistka stochnykh vod neftepromyslov s primeneniem vysokoproizvoditel'nykh blochno-modul'nykh ustanovok: monografiya [Wastewater treatment of oil fields of high-performance modular units: monograph]. Penza, PGUAS, 2015. 136 p.
7. Stakhov E.A. Ochistka neftesoderzhashchih stochnykh vod predpriyatij hraneniya i transporta nefteproduktov [Purification of oily waste water from storage and transportation of petroleum products organizations]. L., Nedra, 1983. 263 p.
8. Vialkova E.I., Maksimova S.V., Zemlyanova M.V., Vorotnikova A.V. Proektirovanie sistem vodootvedeniya vahtovykh poselkov pri neftegazovykh mestorozhdeniyah Zapadnoj Sibiri [Designing water disposal systems for shift camps at oil and gas fields in Western Siberia: a tutorial]. Tyumen, Industrial University of Tyumen (TUY), 2020. 187 p.
9. Mezentseva O. V., Volkovskaya N. P., Zakharova V. P., Guryanova V.V. Pollution of the west Siberian Rivers by oil products for the period 2000-2017. *Uspekhi sovremennoego estestvoznaniya* [Successes of Modern Natural Science], 2018, no.12-1, pp.175-181 (in Russian)
10. Dzyubo V.V. About filtering materials and operation parameters of water treatment filters. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta* [Bulletin of the Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering], 2019, vol. 21, no. 1, pp. 177-187 (in Russian)
11. Privalova N.M., Dvadenko M.V., Nekrasova A.A., Popova O.S., Privalov D.M. Oily wastewater purification with natural and artificial absorbents. *Nauchnyi zhurnal KubGAU* [Scientific journal KubSAU], 2015, no.113 (09), pp. 10. (in Russian).
12. Rafeah W., Luqman A. Ch., Thomas Sh. Y. Ch., Zainab N., Mohsen M.N. Oil removal from aqueous state by natural fibrous sorbent: An overview. *Separation and Purification Technology*, 2013, no. 113, pp. 51-63. DOI:10.1016/j.seppur.2013.04.015
13. Malysheva E.S., Vyalkova E.I., Osipova E.Y. Water purification with natural sorbents. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta* [JOURNAL of Construction and Architecture], 2019, no.1, pp.188-200 (in Russian) DOI:10.31675/1607-1859-2019-21-1-188-200
14. Bolshakov A.A., Vyalkova E.I. *Prirodnye mineraly Tyumenskoj oblasti: svoystva i perspektivy ispol'zovaniya v processah ochistki vody: monografiya* [Natural minerals of the Tyumen region: properties and prospects of use in water purification processes: monograph]. Saint Petersburg, Nedra, 2005. 128 p.
15. Faizal A.M., Kutty S.R.M., Ezechi E.H. Removal of Oil from Water by Column Adsorption Method Using Microwave Incinerated Rice Husk Ash (MIRHA). *InCIEC 2014*, 2015, pp. 963–971.
16. Taufik S.H., Ahmad S.A., Zakaria N.N., Shahrudin N.A., Azmi A.A., Khalid F.E., Merican F., Convey P., Zulkharnain A., Abdul Khalil K. Rice Straw as a Natural Sorbent in a Filter System as an Approach to Bioremediate Diesel Pollution. *Water*, 2021, v.13(23). DOI:10.3390/w13233317.
17. Bakhia T., Khamizov R.K., Bavizhev M.D., Konov M.A. The effect of microwave treatment of clinoptilolite on its ion-exchange kinetic properties. *Sorpt. Chromatogr. Process*, 2016, vol.16, pp.803-812.
18. Berdonosov S.S. *Microwave Chemistry. Sorosovskij obrazovatel'nyj zhurnal* [Soros Educational Journal], 2001, vol. 7, no. 1, pp.32-38. (in Russian)
19. Vialkova E., Obukhova V., Belova L. Microwave irradiation in technologies of wastewater and wastewater

ter sludge treatment: a review. *Water*, 2021, vol. 13(13). DOI:10.3390/w13131784.

20. Staicu V., Luntraru C., Calinescu I., Chisega-Negrila C.G., Vinatoru M., Neagu M., Gavrilă A.I., Popa I. Ultrasonic or Microwave Cascade Treatment of Medicinal Plant Waste. *Sustainability*, 2021, vol. 13. DOI:10.3390/su132212849.

21. Bannova E.A., Kitaeva N.K., Merkov S.M., Muchkina M.V., Zaloznaya E.P., Martynov P.N. Study of a method for obtaining a hydrophobic sorbent based on modified peat. *Sorpt. Chromatogr. Process*, 2013, vol.13, pp. 60-68.

22. Danilov O.S., Mikheev V.A., T. V. Moskalenko N.V. Influence of electromagnetic microwave radiation on solid combustible fossils, *Izv. Samarsk. Nauch. Tsentra Ross. Akad. Nauk* [Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences], 2011, vol. 13, no. 1(5), pp.1264–1267 (in Russian)

23. Denisova T.R., Shaikhiev I.G., Sippel' I.Ya. Ash sawdust oil capacity increased by acid solution treatment. *Vestnik tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Technological University], 2017, vol. 18, no. 17, pp. 233–235 (in Russian)

24. Voronov A.A., Maksimova S.V., Osipova E.Y. Purification of urbanized melt water with plant sorbents. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta* [JOURNAL of Construction and Architecture], 2021, vol. 23, no.2, pp.105-117 (in Russian) DOI:10.31675/1607-1859-2021-23-2-105-117

25. Mikova N.M., Skvortsova G.P., Mazurova E.V., Chesnokov N.V. Influence of the cross-linking effect on the properties of sorbents obtained from aspen and larch bark. *ZHurnal prikladnoj himii* [Journal of Applied Chemistry], 2019, vol. 92, no. 10, pp. 1333-1343 (in Russian) DOI:10.1134/S0044461819100128

26. Urlikh D.V., Timofeeva S.S., Bryukhtov M.N. Possibilities to use leafy moss in wastewater treatment. *Vestnik IrGTU* [Bulletin of Irkutsk State Technical University], 2013, no. 12 (83), pp.136-139 (in Russian)

27. Sergeeva E.S., Lapedulche N.K. Development of approaches to modeling the processes of purification of oily waters in dynamic conditions with natural sorbents. *Energy saving and energy dissipation*, 2009, no.4 (60), pp.9-11(in Russian)

Об авторе:

ВЯЛКОВА Елена Игоревна

кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры инженерных систем и сооружений
Тюменский индустриальный университет
625000, Россия, г. Тюмень, ул. Володарского, 38
E-mail: vyalkova-e@yandex.ru

VIALKOVA Elena I.

PhD in Engineering Science, Associate Professor of the Engineering Systems and Structures Chair
Industrial University of Tyumen
625000, Russia, Tyumen, Volodarskogo str., 38,
E-mail: vyalkova-e@yandex.ru

Для цитирования: Вялкова Е.И. Извлечение нефтепродуктов из сточных вод природными сорбентами Арктики // Градостроительство и архитектура. 2022. Т. 12, № 4. С. 25–33. DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.4.

For citation: Vialkova E.I. Extraction of Petroleum Products from Wastewater by Natural Sorbents of the Arctic. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2022, vol. 12, no. 4, pp. 25–33. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.4.

О. А. ПРОДОУС
Д. И. ШЛЫЧКОВ

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ САМОТЕЧНЫХ СЕТЕЙ ВОДООТВЕДЕНИЯ С ОТЛОЖЕНИЯМИ В ЛОТКОВОЙ ЧАСТИ ТРУБ

METHODOLOGICAL APPROACHES TO ASSESSING THE EFFICIENCY
OF OPERATION OF GRAVITY DRAINAGE NETWORKS
WITH DEPOSITS IN THE TRAY PART OF PIPES

Цель работы: На основе методологических подходов к оценке эффективности эксплуатации самотечных трубопроводов водоотведения из полимерных материалов с отложениями в лотковой части труб разработать последовательность проведения гидравлического расчета труб с отложениями и методику оценки эффективности их эксплуатации по значению гидравлического коэффициента эффективности работы сети.

Методы: На основе разработанной последовательности проведения гидравлического расчета труб водоотведения из полимерных материалов с отложениями в их лотковой части установить порядок расчета значений фактических характеристик гидравлического потенциала полимерных труб, позволяющий рассчитать для приведенного примера значение коэффициента гидравлической эффективности эксплуатации сети, по которому принимается решение о возможности продолжения ее дальнейшей эксплуатации.

Результаты и обсуждение: Анализ значений гидравлических характеристик новых труб и полимерных труб с отложениями в их лотковой части, для приведенного примера, позволил установить существенные расхождения в их значениях. Это позволило рассчитать значение коэффициента гидравлической эффективности работы трубопровода для принятия решения о возможности продолжения дальнейшей эксплуатации.

Заключение: Для конкретных условий задачи разработана последовательность проведения гидравлического расчета труб из полимерных материалов с отложениями в их лотковой части. Предложено провести специальные исследования на трубах из разного вида материалов с отложениями в их лотковой части для установления допустимых значений толщины слоя осадка в лотковой части труб для последующей оценки возможности их дальнейшей эксплуатации.

Ключевые слова: сети водоотведения из полимерных материалов, внутренние отложения, гидравлический расчет, коэффициент эффективности работы труб

Purpose: On the basis of methodological approaches to assessing the efficiency of operation of gravity drainage pipelines made of polymer materials with deposits in the tray part of pipes, to develop a sequence of hydraulic calculation of pipes with deposits and a methodology for evaluating the efficiency of their operation by the value of the hydraulic efficiency coefficient of the network.

Methods: Based on the developed sequence of hydraulic calculation of drainage pipes made of polymer materials with deposits in their tray part, establish the procedure for calculating the values of the actual characteristics of the hydraulic potential of polymer pipes, which allows calculating for the example given the value of the coefficient of hydraulic efficiency of network operation, according to which a decision is made on the possibility of continuing its further operation.

Results: Analysis of the values of the hydraulic characteristics of new pipes and polymer pipes with deposits in their tray part, for the example given, allowed us to establish significant discrepancies in their values. This made it possible to calculate the value of the hydraulic efficiency coefficient of the pipeline to make a decision on the possibility of continuing further operation.

Conclusion: For the specific conditions of the task, a sequence of hydraulic calculation of pipes made of polymer materials with deposits in their tray part has been developed. It is proposed to conduct special studies on pipes made of different types of materials with deposits in their tray part to establish acceptable values of the thickness of the sediment layer in the tray part of the pipes for subsequent assessment of the possibility of their further operation.

Keywords: drainage networks made of polymer materials, internal deposits, hydraulic calculation, efficiency coefficient of pipes

Введение

Методологические подходы при оценке эффективности эксплуатации самотечных сетей водоотведения – это совокупность понятий и знаний, которые необходимы специалисту для оценки эффективности эксплуатации трубопроводов систем водоотведения с гидравлической точки зрения. С учетом этого пояснения эффективная эксплуатация самотечных сетей водоотведения возможна только при обоснованных гидравлических значениях фактических характеристик гидравлического потенциала труб – $d_{\text{вн}}^{\phi}$, V_{ϕ} , i_{ϕ} [1].

На рис. 1 показано колебание уровня наполнения трубы с отложениями осадка в ее лотковой части.

Приведенный диаметр трубы водоотведения из любого вида материала – это величина (диаметр), характеризующая (ий) оставшееся пространство между слоем отложений в ее лотковой части и уровнем фактического наполнения в трубе H_r (см. рис. 1).

Значение приведенного диаметра $d_{\text{пр}}$ определяется по формуле [3]:

$$d_{\text{пр}} = \sqrt{d_{\text{вн}}^2 - (d_{\text{вн}}^{\phi} - h)^2}, \text{ м}, \quad (1)$$

где $d_{\text{пр}}$ – приведенный внутренний диаметр, величина (диаметр), характеризующая оставшееся пространство для пропуска заданного расхода q , м;

$d_{\text{вн}}^{\phi}$ – фактический внутренний диаметр трубы с учетом толщины слоя отложений в лотковой части h :

$$d_{\text{вн}}^{\phi} = (d_{\text{н}} - 2S_p) - h, \text{ м}.$$

Наиболее распространенные виды материалов труб для самотечных сетей водоотведения в России – это:

- железобетон;
- асбестоцемент;
- керамика;
- полиэтилен;
- поливинилхлорид;
- стеклопластик;
- полипропилен и др.

Сети водоотведения в процессе их жизненного цикла «Эксплуатация» при определенных гидравлических условиях способны покрываться разным слоем осадка в лотковой части труб из перечисленных материалов, как показано на рис. 2.

Методы

Механизм образования слоя осадка в лотковой части труб описан в работе [2] и зависит, прежде всего, от скорости самотечного потока сточной жидкости. Характерной особенностью механизма образования слоя отложений в лотковой части труб из приведенных материалов

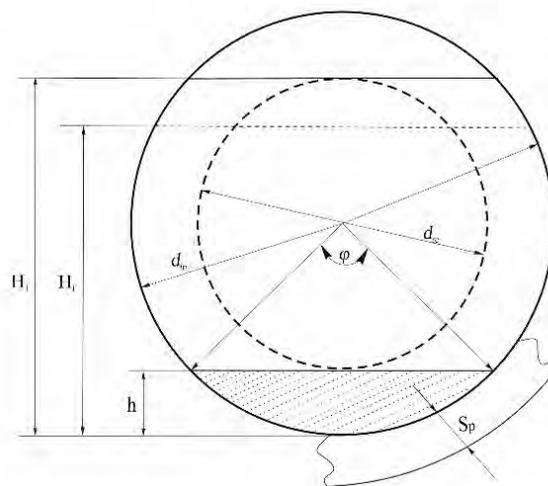


Рис. 1. Колебание уровня наполнения трубы с отложениями осадка в лотковой части:

H_1 – уровень сточной жидкости, согласно требованиям СП 3213330.2012, м;
 H_r – уровень фактического наполнения, обусловленный наличием слоя осадка h в лотковой части трубы, м;
 h – толщина слоя осадка, м; $d_{\text{вн}}$ – внутренний диаметр трубы, м; $d_{\text{пр}}$ – приведенный диаметр трубы, м;
 S_p – толщина стенки трубы по ГОСТ 54475 – 2011, м

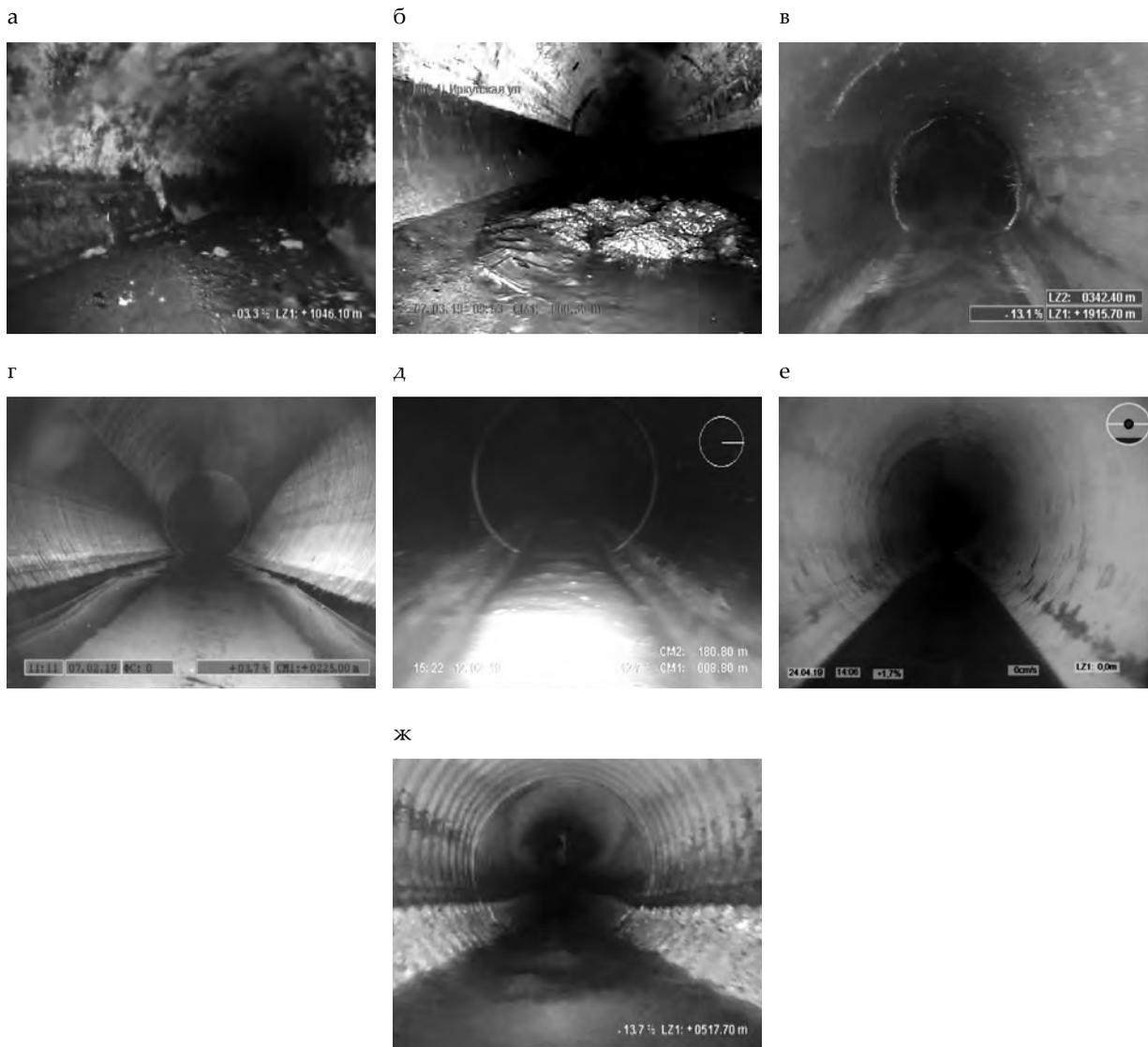


Рис. 2. Фрагменты отложений в лотковой части труб из разного вида материалов:
 а – трубы из железобетона 700 мм; б – трубы из асбестоцемента 456 мм; в – трубы из керамики 150 мм;
 г – трубы из полиэтилена 900 мм; д – трубы из поливинилхлорида 200 мм;
 е – трубы из стеклопластика 500 мм; ж – трубы из полипропилена

является то, что слой осадка всегда образуется в трубах из любых возможных видов материалов. Однако его фактическая толщина зависит только от вида материала труб (см. рис. 2). Установлено, что только для металлических водопроводных труб из стали и серого чугуна характерно образование слоя внутренних отложений на внутренних стенках труб [3]. В водопроводных трубах из других видов материалов внутренние отложения на стенках труб – практически не зафиксированы.

Наличие слоя отложений в лотковой части труб сетей водоотведения из разных видов материала труб вызывает изменение фактической

скорости движения самотечного потока, что приводит к изменению значений фактических характеристик гидравлического потенциала труб – $d_{\text{вн}}^{\Phi}$, V_{Φ} , i_{Φ} и, как следствие, к изменению фактического уровня наполнения в трубопроводе [3, 4].

Результаты и обсуждение

Проведем на конкретном примере оценку эффективности эксплуатации сети водоотведения из полипропиленовых гофрированных труб, характеристики которых взяты из каталога «Трубы и детали трубопроводов из полипропилена» трубного завода «Икапласт», Санкт-Петербург [6].

Порядок выполнения гидравлических расчетов характеристик полипропиленовых труб указан в Инструкции [6], в которой также приведены «Таблицы для гидравлического расчета» значений q , V и i по заданным значениям степени пополнения труб $H_1 / d_{\text{вн}}$ (см. рис. 1).

Последовательность проведения гидравлического расчета безнапорных самотечных трубопроводов из любых видов полимерных материалов с внутренними отложениями в лотковой части труб следующая:

1. Определяют значение фактического внутреннего диаметра труб с отложениями в лотковой части (см. рис. 1):

$$d_{\text{вн}}^{\Phi} = (d_{\text{н}} - 2S_{\text{п}}) - h, \text{ м.} \quad (2)$$

2. Вычисляют по формуле (1) значение приведенного диаметра труб $d_{\text{пр}}$.

3. Рассчитывают значение приведенной скорости потока $V_{\text{пр}}$:

$$V_{\text{пр}} = \frac{4 \cdot q}{\pi \cdot (d_{\text{пр}})^2}, \text{ м/с,} \quad (3)$$

где q – заданный расход сточной жидкости, м³/с.

4. Вычисляют значение приведенного гидравлического уклона:

$$i_{\text{пр}} = \frac{4 \cdot V_{\text{пр}}^2}{C^2 \cdot d_{\text{пр}}}, \text{ м/м,} \quad (4)$$

где C – коэффициент А.Шези, определяемый по формуле [8]:

$$C = \frac{R_{\text{пр}}^y}{n}, \quad (5)$$

$R_{\text{пр}}$ – приведенный гидравлический радиус труб, м;

$$R_{\text{пр}} = \frac{d_{\text{пр}}}{4}, \text{ м;} \quad (6)$$

y – указатель степени, уточненный акад. Н.Н. Павловым, определяемый по формуле

$$y = 1,5\sqrt{n}; \quad (7)$$

n – коэффициент шероховатости стенок труб, принимаемый для расчетов значения [7]:

$$n = 0,012 - 0,014.$$

Согласно приведенной последовательности, проведем гидравлический расчет поли-

пропиленовых труб с отложениями для условий следующей задачи [9–12].

Условия задачи

По трубопроводу из полипропиленовых гофрированных труб с внутренним диаметром $d_{\text{н}} = 200$ мм, $d_{\text{вн}} = 173,5$ мм, SN 16, транспортируется расход стоков $q = 35,5$ л/с (0,0355 м³/с). Трубопровод проложен с уклоном $i = 0,008$. Принять значение коэффициента эквивалентной шероховатости труб – $K_{\text{э}} = 0,02$ мм ($\alpha = 0,258$). Рассчитать значения фактических характеристик гидравлического потенциала полипропиленовых труб ($d_{\text{вн}}^{\Phi}$, $V_{\text{вн}}^{\Phi}$, $i_{\text{вн}}^{\Phi}$) при наполнении $H / d_{\text{вн}} = 0,6$, если толщина слоя отложений в лотковой части труб $h = 5,0$ мм (0,005 м). Температура стоков

$$t = 14 \text{ }^{\circ}\text{C} - v = 1,17 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с.}$$

Оценить эффективность работы сети из полипропиленовых труб с отложениями.

Решение

1. По формуле (2) определяют значение $d_{\text{вн}}^{\Phi} = (d_{\text{н}} - 2C_{\text{п}}) - h$, м:

$$\begin{aligned} d_{\text{вн}}^{\Phi} &= (0,200 - 2 \cdot 0,0265) - 0,005 = \\ &= (0,200 - 0,053) - 0,005 = \\ &= 0,147 - 0,005 = 0,142 \text{ м.} \end{aligned}$$

2. По формуле (1) рассчитывают значение $d_{\text{пр}}$:

$$\begin{aligned} d_{\text{пр}} &= \sqrt{0,1735^2 - (0,142 - 0,005)^2} = \\ &= \sqrt{0,0301 - 0,0188} = \sqrt{0,0113} = \\ &= 0,106 \text{ м.} \end{aligned}$$

3. По формуле (3) рассчитывают значение $V_{\text{пр}}$:

$$V_{\text{пр}} = \frac{4 \cdot 0,0355}{3,14 \cdot 0,106^2} = \frac{0,142}{0,0353} = 4,0 \text{ м/с.}$$

4. По формуле (5), с учетом формулы (7), рассчитывают значение коэффициента А. Шези – C :

$$\begin{aligned} C &= \frac{\left(\frac{0,1735}{4}\right)^y}{0,013} = \frac{0,0434^{0,171}}{0,013} = \frac{0,5848}{0,013} = 44,98 \\ y &= 1,5\sqrt{0,013} = 1,5 \cdot 0,114 = 0,171. \end{aligned}$$

5. По формуле (4) рассчитывают значение приведенного уклона $i_{\text{пр}}$:

$$i_{\text{пр}} = \frac{4 \cdot 4,0^2}{73,38^2 \cdot 0,106} = \frac{64,0}{570,77} = 0,11213 \text{ м/м.}$$

6. Сравнивают значения гидравлических характеристик новых труб и труб со слоем осадка в лотковой части $h = 0,005$ м (табл. 1).

Согласно требованиям СП 399.1325800.2018 «Системы водоснабжения и канализации наружные из полимерных материалов» [6], значение λ определяется по формуле, имеющей вид:

$$\lambda = 0,2 \left(\frac{K_s}{d_{np}} \right)^\alpha, \quad (8)$$

где K_s – эмпирический безразмерный коэффициент. В отечественной практике проектирования трубопроводов из полимерных материалов принимается равным $K_s = 0,02$ мм ($\alpha = 0,258$); α – показатель степени, зависящий от величины значения K_s .

Таблица 1

Сравнение значений гидравлических характеристик ПП труб

Гидравлические характеристики полипропиленовых труб диаметром 200 мм				
Новые трубы $d_{вн} = 0,173,5$ м				
$d_{вн},$ м	$V,$ м/с	C	λ^*	$i,$ м/м
0,1735	1,5	44,98	0,01927	0,00741
Трубы с толщиной слоя осадка в лотковой части $h = 0,005$ м				
$d_{np},$ м	$V_{np},$ м/с	C	λ	$i_{np},$ м/м
0,106	4,0	41,35	0,02189	0,35312
Процент расхождения значений сравниваемых характеристик труб, %				
38,9	62,5	8,07	11,97	97,9

λ^* – безразмерный коэффициент гидравлического сопротивления по длине трубопровода

Приведенный гидравлический уклон трубопровода i_{np} с отложениями в лотковой части труб определяется по формуле Дарси-Вейсбаха, регламентированной требованиями СП 32.13330.2018:

$$i_{np} = \lambda \frac{V_{np}^b}{2q \cdot 4R_{np}}, \quad \text{м/м}, \quad (9)$$

где b – безразмерный показатель степени, характеризующий режим турбулентного течения жидкости – переходный ($b < 2$) или квадратичный ($b = 2$). При $b > 2$ следует принимать $b = 2$; q – ускорение свободного падения, м/с²; R_{np} – фактический (приведенный) гидравлический радиус потока, м,

$$R_{np} = \frac{d_{np}}{4}. \quad (10)$$

Значение R_{np} принимается по СП 399.1325800.2018 (приложение Б1) в зависимости от значения фактического наполнения труб $\frac{H_r}{d_{np}}$ (см. рис. 1);

d_{np} – приведенный диаметр труб, м (формула (1)).

Заключение

Сравнение значений характеристик гидравлического потенциала новых полипропиленовых труб и труб с толщиной слоя осадка h показыва-

ет, что даже при небольшой толщине слоя осадка $h = 0,005$ м имеют место существенные расхождения в значениях фактических характеристик гидравлического потенциала труб (см. табл. 1). Поэтому требуется проведение оценки эффективности эксплуатации сетей водоотведения с внутренними отложениями в лотковой части труб с гидравлической точки зрения [1, 3, 4, 7, 8]. Такая оценка производится по разработанной авторами методике оценки, по значению величины гидравлического коэффициента эффективности эксплуатации трубопроводов из полимерных материалов, определяемого для самотечных труб по формуле, имеющей вид [1, 13]:

$$K_{эф} = \frac{(d_{вн}^p)^2 \cdot V_p \cdot i_p}{(d_{np})^2 \cdot V_{np} \cdot i_{np}}, \quad (11)$$

где $K_{эф}$ – безразмерный коэффициент гидравлической эффективности эксплуатации самотечной сети водоотведения, изменяющийся в диапазоне значений $0 \leq K_s \leq 1$. Чем больше значение K_s , тем меньше толщина слоя внутренних отложений h в лотковой части труб (см. рис. 1); $d_{вн}^p, V_p, i_p$ – значения расчетных характеристик гидравлического потенциала новых труб по проекту; $d_{np}^p, V_{np}^p, i_{np}^p$ – приведенные (фактические) значения тех же характеристик с толщиной фактического (измеренного) слоя осадка h в лотковой части труб.

Для приведенного примера значение $K_{эф}$ составит:

$$K_{эф} = \frac{0,1735^2 \cdot 1,5 \cdot 0,00741}{0,106^2 \cdot 4,0 \cdot 0,35312} = \frac{0,00033}{0,01587} = 0,02.$$

Значение $K_{эф} = 0,02$ для приведенных условий задачи означает в соответствии с Рекомендациями [13] следующее (табл. 2).

Так как для приведенного примера $K_{эф} = 0,02$, то, согласно данным табл. 2, сеть водоотведения из полипропиленовых гофрированных труб с толщиной слоя осадка в их лотковой части $h = 0,005$ м – **эксплуатировать недопустимо**.

Таблица 2

Диапазон значений $K_{эф}$	Возможность продолжения дальнейшей эксплуатации сети
$0,6 \leq K_{эф} \leq 1$	Возможно
$0,5 \leq K_{эф} \leq 0,6$	Требуется проведение гидродинамической очистки сети
$K_{эф} \leq 0,5$	Сеть эксплуатировать недопустимо

Таким образом, на основании приведенных данных в табл. 2 можно сделать следующие **выводы**:

1) установлен порядок проведения гидравлического расчета самотечных сетей водоотведения из полимерных материалов с отложениями в лотковой части труб;

2) для приведенного примера рассчитано значение коэффициента гидравлической эффективности работы сети $K_{эф}$ из полипропиленовых труб с отложениями в их лотковой части;

3) по величине значения $K_{эф}$ дана оценка возможности продолжения дальнейшей эксплуатации сети из полипропиленовых труб;

4) требуется проведение специальных научно-исследовательских работ на трубах из разного вида материалов для разработки допустимых значений толщины слоя осадка в их лотковой части h для последующей оценки эффективности эксплуатации сети.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Продоус О.А., Иващенко В.В., Мурлин А.А. Оценка эффективности эксплуатации сетей водоснабжения и водоотведения из полимерных и металлополимерных материалов // *Материалы XIII Международной научно-практической конференции «Технологии очистки воды» ТЕХНОВОД-2021*. Сочи, Красная Поляна, 2021. С. 118–122.

2. Продоус О. А., Шлычков Д.И. Механизм образования слоя отложений в лотковой части труб самотечных сетей водоотведения // *Известия высших учебных заведений. Строительство*. 2021. № 6 (750). С. 95–100.

3. Продоус О.А., Штилов А.А., Якубчик П.П. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб из стали и серого чугуна с внутренними отложениями. 1-е изд. СПб. – М., 2021. 238 с.: ил.

4. Продоус О.А., Шлычков Д.И. Зависимость фактической скорости потока в самотечных сетях водоотведения от толщины слоя отложений в лотковой части труб // *Материалы XIII Международной научно-практической конференции «Технологии очистки воды» ТЕХНОВОД-2021*. Сочи, Красная Поляна, 2021. С. 101–104.

5. Продоус О.А., Шлычков Д. И., Пархоменко С.В. Обоснование допустимого уровня наполнения в трубах самотечных сетей водоотведения // *Сборник докладов участников XVII Международной научно-технической конференции, посвященной памяти академика РАН С.В. Яковлева / НИУ МГСУ*. М., 2022. С. 85–95.

6. Инструкция по проектированию и монтажу наружных сетей водоотведения и полипропиленовых гофрированных труб SN8, SN10 и SN16. СПб., 2015. 65 с.: ил.

7. Продоус О. А. , Шлычков Д.И., Абросимова И.А. Обоснование необходимости проведения гидродинамической очистки самотечных сетей водоотведения // *Вестник МГСУ*. 2022. Т.17, вып.1. С. 106–114. DOI: 10.22227/1997-0935.2022.1.

8. Продоус О.А., Шлычков Д.И. Прогнозирование возможности продолжения эксплуатации самотечных сетей водоотведения с отложениями в лотковой части труб // *Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость*. Иркутск, 2021. Т11, № 4. С. 646–653. DOI: 10.21285/2227-2917-2021-4-646-653.

9. Чупин Р.В. Оптимизация развивающихся систем водоотведения: монография. Иркутск: Иркут. гос. техн. ун-т, 2015. 418 с.: ил.

10. СП 399.1325800.2018. Системы водоснабжения и канализации наружные из полимерных материалов. Правила проектирования и монтажа. М.: Стандартинформ, 2018.

11. Продоус О.А., Шлычков Д.И. Сравнительный анализ расчетных зависимостей для гидравлического расчета самотечных сетей водоотведения // *Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость*.

2021. Т. 11, № 3. С. 462–469. DOI: 10/21285/2227-2917-2021-3-462-469.

12. Продоус О.А., Шлычков Д.И. Прогнозирование возможности продолжения эксплуатации самотечных сетей водоотведения с отложениями в лотковой части труб // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. Иркутск, 2021. Т11, № 4. С. 646–653. DOI: 10.21285/2227-2917-2021-4-646-653.

13. Рекомендации по реконструкции неновых металлических трубопроводов из стали и серого чугуна / О.А. Продоус, М.Г. Новиков, Д.И. Шлычков, Г.А. Самбурский, А.А. Шипилов, Л.Д. Терехов, П.П. Якубчик, В.А. Чесноков. СПб. – М., 2021. 36 с.: ил.

REFERENCES

1. Prodous O. A., Ivashchenko V.V., Murlin A.A. Evaluation of the efficiency of operation of water supply and sanitation networks made of polymer and metal polymer materials. *Materialy XIII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Tekhnologii ochestki vody» TECHNOVOD-2021* [Materials of the XIII International Scientific and Practical Conference «Water purification Technologies» TECHNOVOD-2021]. Sochi, 2021, pp. 118-122. (in Russian)
2. Prodous O. A., Shlychkov D.I. The mechanism of formation of a layer of deposits in the tray part of pipes of gravity drainage networks. *Izvestiya vysshih uchebnykh zavedenij. Stroitel'stvo* [Scientific and theoretical journal Izvestia of higher educational institutions. «Construction»], 2021, no. 6 (750), pp. 95-100. (in Russian)
3. Prodous O.A., Shipilov A.A., Yakubchik P.P. *Tablicy dlya gidravlicheskogo rascheta vodoprovodnykh trub iz. 1-e izd.* [Tables for hydraulic calculation of water pipes made of steel and gray cast iron with internal deposits. Reference manual 1st edition]. St. Petersburg – Moscow, 2021. 238 p.
4. Prodous O.A., Shlychkov D.I. Dependence of the actual flow rate in gravity drainage networks on the thickness of the sediment layer in the tray part of the pipes. *Materialy XIII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Tekhnologii ochestki vody» TECHNOVOD-2021* [Materials of the XIII International Scientific and Practical Conference «Water Purification Technologies» TECHNOVOD-2021]. Sochi, 2021, pp. 101-104. (in Russian)
5. Prodous O.A., Shlychkov D. I., Parkhomenko S.V. Justification of the permissible level of filling in pipes of gravity drainage networks. *Sbornik dokladov uchastnikov XVII Mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii, posvyashchennoj pamyati akademika RAN S.V. Yakovleva* [Collection of reports of the participants of the XVII International Scientific and Technical Conference dedicated to the memory of Academician of the Russian Academy of Sciences S.V. Yakovlev]. Moscow, 2022, pp. 85-95. (in Russian)
6. *Instrukciya po proektirovaniyu i montazhu naruzhnykh setej vodootvedeniya i polipropilennykh gofrirovannykh trub SN8, SN10 i SN16* [Instructions for the design and installation of outdoor drainage networks and polypropylene corrugated pipes SN8, SN10 and SN16]. Saint Petersburg: Publishing house «Ikaplast», 2015. –65 p.
7. Prodous O. A., Shlychkov D.I., Abrosimova I.A. Justification of the need for hydrodynamic cleaning of gravity drainage networks. *Vestnik MGSU*, 2022, vol. 17, no. 1, pp. 106-114. DOI: 10.22227/1997-0935.2022.1.
8. Prodous O.A., Shlychkov D.I. Forecasting the possibility of continuing operation of gravity drainage networks with deposits in the tray part of pipes. *Izvestiya vuzov. Investicii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost'* [Izvestiya vuzov. Investments. Construction. Real Estate 2021], vol. 11, no. 4, pp. 646-653. (in Russian) DOI: 10.21285/2227-2917-2021-4-646-653
9. Chupin R.V. *Optimizaciya razvivayushchih sistem vodootvedeniya: monografiya* [Optimization of developing wastewater disposal systems. Monograph]. Irkutsk, Publishing House of Irkutsk State Technical University, 2015. 418 p.
10. SP 399.1325800.2018. *Sistemy vodosnabzheniya i kanalizacii naruzhnye iz polimernykh materialov. Pravila proektirovaniya i montazha* [SP 399.1325800.2018 External water supply and sewerage systems made of polymer materials. Rules of design and installation]. Moscow: Standartinform, 2018.
11. Prodous O.A., Shlychkov D.I. Comparative analysis of computational dependencies for hydraulic calculation of gravity drainage networks. *Izvestiya vuzov. Investicii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost'* [Izvestiya vuzov. Investments. Construction. Real Estate], 2021, vol. 11, no. 3, pp. 462-469. (in Russian) (in Russian) DOI: 10/21285/2227-2917-2021-3-462-469
12. Prodous O.A., Shlychkov D.I. Forecasting the possibility of continuing operation of gravity drainage networks with deposits in the tray part of pipes. *Izvestiya vuzov. Investicii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost'* [Izvestiya vuzov. Investments. Construction. Real Estate], 2021, vol. 11, no. 4, pp. 646-653. (in Russian) DOI: 10.21285/2227-2917-2021-4-646-653
13. Prodous O.A., Novichkov M.G., Shlychkov D.I., Samburskii G.A., Shipilov A.A., Terekhov L.D., Yakubchik P.P., Chesnokov V.A. *Rekomendacii po rekonstrukcii nenovykh metallicheskih truboprovodov iz stali i serogo chuguna* [Recommendations for the reconstruction of non-new metal pipelines made of steel and gray cast iron]. Saint Petersburg-Moscow, 2021. 36 p.

Об авторах:

ПРОДОУС Олег Александрович

доктор технических наук, профессор,
генеральный директор ООО «ИНКО-эксперт»
190005, Россия, г. Санкт Петербург, Московский пр.,
37/1, лит. А, пом. 1-Н
E-mail: pro@enco.su
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0389-3695>

PRODOUS Oleg A.

Doctor of Science, Professor
General Director of INKO-expert LLC
190005, Russia, Saint Petersburg,
Moskovskii Av., 37/1, lit. A, of. 1-H
E-mail: pro@enco.su
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0389-3695>

ШЛЫЧКОВ Дмитрий Иванович

кандидат технических наук, доцент
Национальный исследовательский Московский
государственный строительный университет
129337, Россия, г. Москва, Ярославское шоссе, 26
E-mail: ShlyichkovDI@mgsu.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0210-2695>

SHLYICHKOV Dmitrii I.

PhD in Engineering Science, Associate Professor
Moscow State University of Civil Engineering (National
Research University)
129337, Russia, Moscow, Yaroslavskoe Shosse, 26
E-mail: ShlyichkovDI@mgsu.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0210-2695>

Для цитирования: Продоус О.А., Шлычков Д.И. Методологические подходы к оценке эффективности эксплуатации самотечных сетей водоотведения с отложениями в лотковой части труб // Градостроительство и архитектура. 2022. Т. 12, № 4. С. 34–41. DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.5.

For citation: Prodous O.A., Shlyichkov D.I. Methodological Approaches to Assessing the Efficiency of Operation of Gravity Drainage Networks with Deposits in the Tray Part of Pipes. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2022, vol. 12, no. 4, pp. 34–41. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.5.

С. Ю. ТЕПЛЫХ

КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА С ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПУТЕЙ

QUANTITATIVE CHARACTERISTICS OF SURFACE RUNOFF FROM RAILWAY TRACKS

Проводится анализ и рассматривается характер фильтрации поверхностного стока в балластной призме железнодорожного пути, а также рассмотрены варианты миграции воды в верхнем и нижнем строении балластной призмы. Получена формула расхода дождевого, талого и фильтрационного стока. Уточнена формула расхода поверхностного стока с железнодорожного полотна, определены расходы общего поверхностного стока по площадям объектов железнодорожного транспорта. Установлено, что при просачивании поверхностной воды через верхнее и нижнее строение пути возникает два боковых выброса. Предложенная методика определения расходов поверхностного стока с железнодорожных путей позволяет использовать адаптированную методику, предложенную не для селитебных зон, что актуально для 90 % железнодорожного полотна, расположенного в РФ, в частности Куйбышевской железной дороги, расположенной в лесостепной и полустепной зонах.

Ключевые слова: поверхностный сток, дождевой сток, талый сток, железнодорожный путь, атмосферные осадки, просачивание, расчет расходов воды

Баланс поверхностного стока участка железной дороги. При поступлении поверхностного стока в водные объекты следует учитывать все составляющие его расхода, которые могут влиять качественно и количественно на изменение природных вод. При отсутствии дождевой сети поверхностные сточные воды отводятся по рельефу местности в нижерасположенные места: овраги, реки, озера. Изначально отведение поверхностных сточных вод предусматривалось только с твердых покрытий: автодорог, крыш домов и пр. В настоящее время железнодорожное полотно и железнодорожные станции не рассматриваются как объекты загрязнения поверхностных и грунтовых вод. Так, на железнодорожных путях, станциях и перегонах, в частности на железнодорожных станциях Самары, не предусмотрены мероприятия по сбору, отведению и очистке поверхностных сточных вод, и они стекают с балластной призмы, прилегающих территорий и непосредственно с железнодорожных путей.

Analysis is carried out and the nature of surface runoff filtration in the ballast prism of the railway track is considered, as well as options for water migration in the upper and lower structure of the ballast prism are considered. The formula of flow rate of rain, melt and filtration runoff is obtained. The formula for surface runoff consumption from the railway track was clarified, and the total surface runoff flow rates for the areas of railway transport facilities were determined. It was found that when surface water seeps through the upper and lower structures of the path. Two lateral ejections occur. The proposed methodology for determining the flow rates of surface runoff from railway tracks allows using an adapted methodology proposed not for residential zones, which is relevant for 90% of the railway bed located in the Russian Federation, in particular, the Kuibyshev railway road located in the forest-steppe and semi-steppe zones.

Keywords: surface runoff, rain runoff, melt runoff, railway track, precipitation, seepage, water flow calculation

Если в качестве объекта рассматривать железнодорожный путь, станции и мостовые переходы, следует уточнить следующее выражение баланса поверхностного стока для участка железной дороги:

$$X = Y + U + Z, \quad (1)$$

где X – атмосферные осадки (жидкие, твердые); Y – поверхностный сток; U – подземные воды (для достаточно больших площадей можно считать, что $U = 0$); Z – суммарное испарение (основное испарение на территории РФ происходит с поверхности воды водных объектов). В нашем случае рассматривается скопление поверхностной воды на балластной призме, соответственно $Z \rightarrow 0$, следовательно, $Z = 0$ и соответственно

$$X = Y_c + Y_\phi, \quad (2)$$

где $Y_c(Q_d, Q_t)$ – поверхностный сток (дождевой, талый), направляется на сброс по одной траек-

тории; $Y\phi(Q\phi)$ – фильтрационный сток, соответственно уравнение принимает вид:

$$Q = Q_d + Q_t + Q_f. \quad (3)$$

В работе [1] проводится анализ и рассматривается характер фильтрации поверхностного стока в балластной призме железнодорожного пути, а также рассмотрены варианты миграции воды в верхнем и нижнем строении балластной призмы (рис. 1).

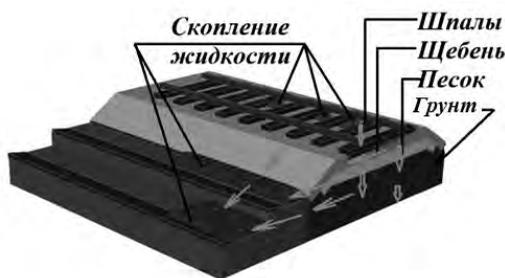


Рис. 1. Варианты направления движения поверхностных сточных вод в верхнем и нижнем строении балластной призмы

Поверхностные сточные воды стекают с поверхности балластной призмы или просачиваются через нее. Затем атмосферные осадки двигаются в боковом направлении в месте соединения верхнего и нижнего строения пути (между щебнем и песком), а также в теле нижнего строения железнодорожного пути (между песком и грунтом). Следовательно, необходимо осуществлять отвод сточных вод и их очистку с целью предотвращения загрязнения поверхностных и подземных вод, обеспечения экологической безопасности, а также надежности железнодорожной балластной призмы [1].

Определение расхода поверхностного стока с железнодорожного пути. Учитывая, что только 10 % крупных железнодорожных станций и мостовых переходов располагается в селитебной зоне, использование формул для расчета расходов поверхностных вод [2, 3] нецелесообразно, так как Куйбышевская железная дорога проходит по лесостепной и полустепной зоне. При этом следует рассматривать реальное неустановившееся движение поверхностных дождевых вод в упрощенном виде [4]. Получаем формулу расхода дождевого стока:

$$Q_d = 0,375 \frac{1}{n_0} \cdot i_n^{1,66} \cdot i_0^{0,5} F, \text{ л/с}, \quad (4)$$

где n_0 – коэффициент шероховатости, принимается $n_0 = 0,003$ [2]; i_n – продольный профиль

уклона поверхности; i_0 – поперечный профиль уклона поверхности; F – площадь стока, га.

Максимальный расход талых вод можно определить по редуccionной формуле Д.Л. Соколовского:

$$Q_T = \frac{k_0 h_p}{(F+1)^n} \cdot \delta_1 \delta_2 F, \text{ л/с}, \quad (5)$$

где k_0 , h_p , n , $\delta_1 = \frac{1}{A_n + 1}$, $\delta_2 = 1$, F – коэффициенты (СП 33-101-2003), получаем формулу

$$Q_T = \frac{k_0 h_p}{(F+1)^n} \cdot F \frac{1}{A_n + 1}, \text{ л/с}. \quad (6)$$

Определение расхода фильтрационного стока железнодорожного пути. Основными уравнениями, описывающими фильтрацию жидкостей в пористой среде, являются [1,2,4-6]: уравнение непрерывности

$$\frac{\partial(\rho \cdot m)}{\partial t} + \text{div}(\rho \cdot \vec{u}) = 0; \quad (7)$$

закон Дарси

$$0 = -\text{grad}(p) + \rho \cdot \vec{g} - \frac{\mu}{k} \cdot \vec{u}, \quad (8)$$

где ρ – плотность жидкости; m – пористость среды (т. е. относительная доля объема открытых пор в данном материале); \vec{u} – скорость фильтрации жидкости; t – время фильтрации жидкости; p – давление жидкости; \vec{g} – ускорение свободного падения; μ – динамическая вязкость жидкости; k – проницаемость (или коэффициент проницаемости) пористой среды [1].

Простейшим решением системы уравнений в однородной пористой среде является следующее [2,6,7]:

$$\begin{cases} p = 0, \\ \vec{u} = \frac{k \cdot \rho \cdot \vec{g}}{\mu} = C \cdot \frac{\vec{g}}{g} = \text{const}, \end{cases} \quad (9)$$

описывающее равномерное гравитационное стекание жидкости в пористой среде.

Расстояние (радиус), по которому движется жидкость, зависит от среды протекания и грунтов, соответственно от пористости грунта. Можно сделать вывод об уменьшении радиуса частиц грунта (щебень → песок → грунт), соответственно [2, 6, 7] площадь поперечного сечения трубок тока жидкости в различных средах проходит следующие слои: щебень → песок → грунт (рис. 2).

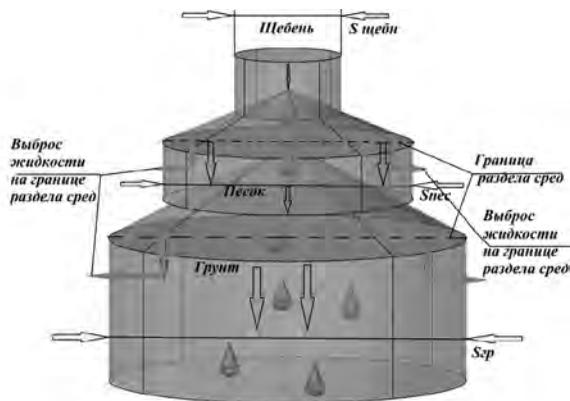


Рис. 2. Движение поверхностной воды в теле верхнего и нижнего строения пути

Следовательно, на границе верхнего и нижнего строения пути (щебень – песок), а также в теле нижнего строения железнодорожного пути (песок – грунт) происходит боковой выброс поверхностной воды вследствие расширения порового пространства, что ведет к образованию скопления атмосферных осадков (луж) вдоль железнодорожных путей [2, 6, 7].

Допустим,

$$R_{\text{макс}} = 11,7 \text{ м} / 4(\text{стороны}) = 2,925 \text{ м} [8].$$

$$\text{Тогда } Q_{\text{max}} = \pi \cdot C \cdot R_{\text{макс}}^2. \tag{10}$$

С учетом изменения вязкости сточной жидкости в связи с загрязнением нефтепродуктами и железом, а также при пересчете на площадь объекта формула будет иметь вид:

$$Q_{\phi} = C \frac{1}{k} F, \text{ л/с}, \tag{11}$$

где C – скорость фильтрации; k – коэффициент, зависящий от концентрации загрязнений поверхностных сточных вод; F – площадь стока, га.

В табл. 1 представлены расчеты фильтрации поверхностной воды [2,6,7]. Для исследований были приняты типовые пористые среды, характерные для Самарской области и в частности для Куйбышевской железной дороги (грунт – суглинок, песок – речной, щебень – гранитный 40×70 мм).

Из табл. 1 видно, что чем более загрязнены железнодорожные пути, тем меньшее количество жидкости просачивается через балластную призму в связи с образованием непроницаемого слоя из-за нефтепродуктов, и тем меньше боковой выброс.

Следует свести уравнения (4), (6), (11) в одно, которое имеет вид:

$$Q = Q_d + Q_t + Q_{\phi},$$

Таблица 1

Исследование фильтрации поверхностной воды на железнодорожном пути при $L = 2,925 \text{ м}$ (1/4 поперечного разреза железнодорожного пути при двухпутном пути $L = 11,7 \text{ м}$)

Ситуация для чистой балластной призмы	Результат	%
$Q < Q_{\text{гр}} = 0,059 \text{ л/с}$	Поверхностная вода просачивается через верхнее и нижнее строение пути (грунт – суглинок, песок – речной, щебень – гранитный 40×70 мм) по размерам железнодорожного пути	0–0,02
$0,059 \text{ л/с} = Q_{\text{гр}} < Q < Q_{\text{пес}} = 14,0 \text{ л/с}$	Поверхностная вода просачивается через верхнее и нижнее строение пути (грунт – суглинок, песок – речной, щебень – гранитный 40×70 мм) по размерам железнодорожного пути. Возникает один боковой выброс воды (песок – грунт)	0,02– 4,7
$14,0 \text{ л/с} = Q_{\text{пес}} < Q < Q_{\text{щоб}} = 269,0 \text{ л/с}$	Поверхностная вода просачивается через верхнее и нижнее строение пути (грунт – суглинок, песок – речной, щебень – гранитный 40×70 мм) по размерам железнодорожного пути. Возникает два боковых выброса воды (щебень – песок, песок – грунт)	4,7– 89,6
$Q > Q_{\text{пес}} = 269,0 \text{ л/с}$	Поверхностная вода просачивается через верхнее и нижнее строение пути (грунт – суглинок, песок – речной, щебень – гранитный 40×70 мм) по размерам железнодорожного пути. Возникает два боковых выброса воды (щебень – песок, песок – грунт)	89,6– 100

тогда

$$Q = \left(0,375 \frac{1}{n_0} i_n^{1,66} i_0^{0,5} F \right) + \left(\frac{k_0 h_p}{(F+1)^n} \frac{1}{A_t + 1} F \right) + \left(C \frac{1}{k} F \right). \quad (12)$$

Для обеспечения экологической безопасности, предотвращения загрязнения поверхностных и подземных вод, а также повышения надежности железнодорожных путей следует предусматривать водоотводящие лотки для сбора и отведения поверхностного стока с устройством накопительной емкости с последующей очисткой загрязненной сточной воды, предусмотрев при необходимости локальные очистные сооружения [8].

Все эксперименты проводились в три этапа: 1 – на экспериментальном участке железнодорожного пути; 2 – на железнодорожных путях полигона Самарского государственного университета путей сообщения (СамГУПС); 3 – на путях 5-го класса (скорость менее 40 км/ч, грузонапряженность менее 5 млн. т/км в год) [1].

1 этап – на экспериментальном участке железнодорожного пути. Были проведены исследования на чистом экспериментальном участке балластной призмы железнодорожного пути для исключения мешающих условий и случайных загрязнений [1]. Было осуществлено новое строительство экспериментального участка железнодорожного пути с полотном длиной 3,5, шириной 5,5 м согласно нормативным документам и стандартам [9–14]. Для установки были использованы стандартные железнодорожные рельсы марки Р45 [12,14,15]. Межшпальное пространство составляло 543 мм согласно [13, 14] (рис. 3, 4).

Методика проведения эксперимента: подача воды на экспериментальную установку через дождеватель с расходом и интенсивностью согласно нормативным документам по Самарской области [16, 17]. Затем потоки разделялись согласно теории, представленной в [2]. Часть поверхностной жидкости, попадая на поверхность экспериментального участка, сразу стекала в водосборные лотки, расположенные на разном уровне; следующая часть жидкости, проникая в толщу балластного слоя железнодорожного пути, аккумулировалась в межпоровом пространстве щебеночного слоя, затем выбрасывалась в боковом направлении на разделе сред: щебня и песка, и грунта, а также стекая в водосборные лотки; еще одна часть жидкости через дренажные перфорированные трубы (расположены под шпалами и в межшпальных ящиках) и специальные водосборные емкости направлялась в водосборные



Рис. 3. Участок экспериментального железнодорожного пути

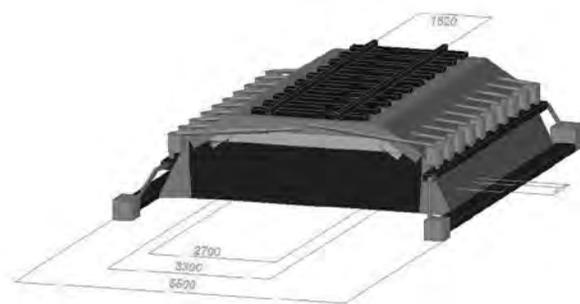


Рис. 4. Технологическая схема отвода поверхностного стока с участка железнодорожного пути

лотки. Система дренирования полупроизводственной экспериментальной установки представлена разным положением перфорированных дренажных труб. Одни уложены только в теле балластной призмы, другие расположены пересекая разделы среднего и верхнего строения железнодорожного пути – балластную призму и песок.

2 этап – полупроизводственный эксперимент, на железнодорожных путях полигона СамГУПС. На полигоне Самарского государственного университета путей сообщения нам была предоставлена площадка, состоящая из нескольких железнодорожных путей, где были проведены исследования по определению объемов поверхностного и талого стока. Был выбран участок – два пути, ширина каждого составляла 5,75 м, длина – 6,00 м (рис. 5). Участок железнодорожного пути выполнен согласно СП 261.1325800.2016, балласт устроен из щебня соответствующих фракций в соответствии с [18,19].

Поверхностный сток собирается с между-рельсового пространства и балластной призмы, затем направляется в водоотводной лоток длиной 6 м с последующим сбором и накоплением



Рис. 5. Экспериментальная установка железнодорожного пути:

- 1 – исследуемый железнодорожный путь;
- 2 – технологическая схема отвода поверхностного стока с участка железнодорожного пути;
- 3 – информационная надпись

сточной воды в емкости 0,8 м³. Интенсивность дождя принималась идентичной, согласно представленным данным Метеоагентства по Самарской области.

3 этап – производственный эксперимент, на действующих путях. Были выбраны пути 5-го класса, при разрешенной скорости менее 40 км/ч и при грузонапряженности менее 5 млн. т/км в год (рис. 6). На них установлены водоотводящие лотки длиной 10 м с уклоном 0,001–0,002.

Исследования по определению расхода дождевого стока с железнодорожного пути (Q_д). Исследования проводились по всем этапам (табл. 2).

Учитывая структуру формулы, можно изменить существующий коэффициент 0,375, откорректировав его путем введения поправочного коэффициента, полученного эмпирически. Соответственно формула будет иметь вид:

$$Q_{д} = 0,26625 \frac{1}{n_0} \cdot i_n^{1,66} i_0^{0,5} F \text{ л/с.}$$

А формула, согласно [17], будет иметь вид:

$$Q_{д} = 5,6 \cdot 10^{-3} h_{см} \frac{\Psi_{mid}}{T_{д} + t_r} F, \text{ л/с.}$$

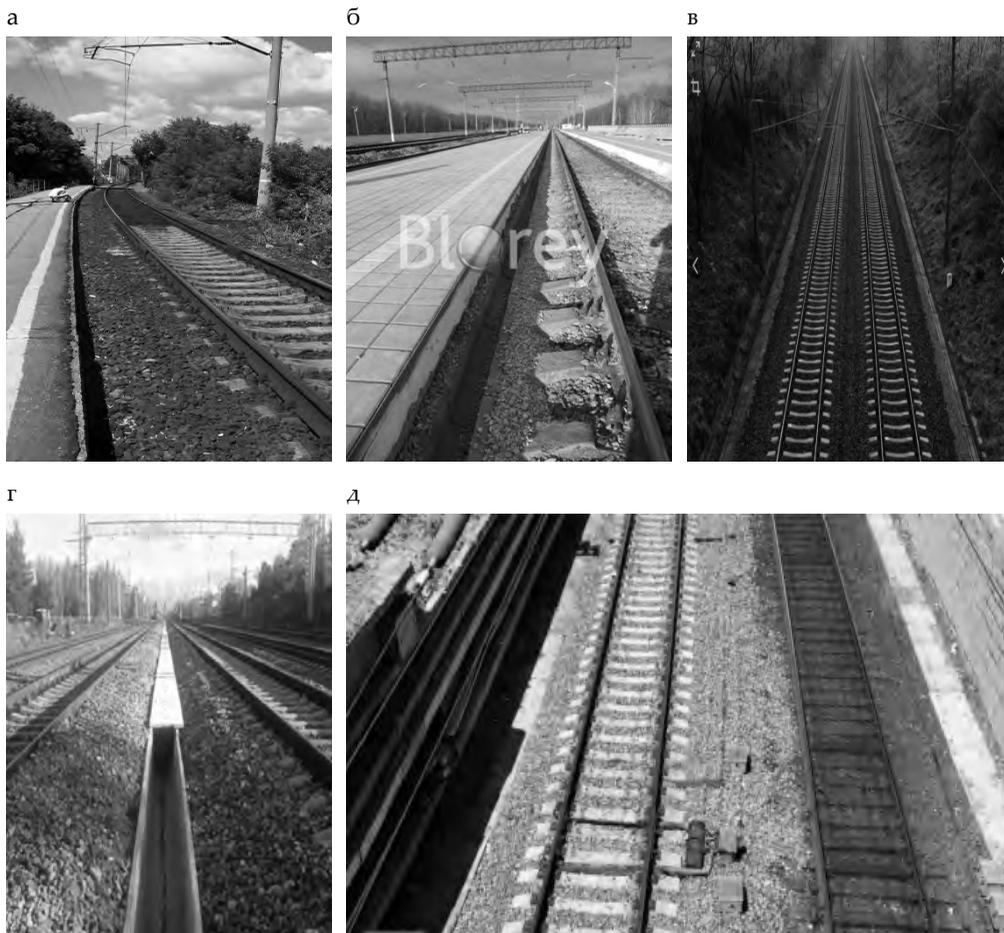


Рис. 6. Расположение лотков на железнодорожном пути: а, б – Самара; в, г – Самарская обл.; д – промплощадка, Самара

Таблица 2

Определение расхода дождевого стока

Площадь объекта ж.-д. транспорта, га	По формуле [16], л/с $Q_{дл} = 2,8 \cdot 10^{-3} h_{св} \frac{\Psi_{mid}}{T_{дл} + t_r} F$	По формуле [4], л/с $Q_{дл} = 0,375 \frac{1}{n_0} \cdot i_n^{1,66} i_0^{0,5} F$	1 этап – теоретический эксперимент на эксперимент. установке, л/с (при $F_{ес} = 0,002$ га, $q_{yA} = 0,0109$ л/с)	2 этап – полупроизводственный эксперимент, на полигоне СамГУПС, л/с (при $F_{ес} = 0,0035$ га, $q_{yA} = 0,0184$ л/с)	3 этап – производственный эксперимент, на путях 5-го класса, л/с (при $F_{ес} = 0,0055$ га, $q_{yA} = 0,0281$ л/с)
0,03	0,079	0,223	0,163	0,158	0,153
0,3	0,795	2,226	1,63	1,58	1,53
1	2,65	7,42	5,45	5,26	5,11
5	13,25	37,19	27,25	26,3	25,54
10	26,65	74,2	54,5	52,6	51,1
50	132,5	371,9	272,5	263	255,4
100	266,5	742	545	526	511
Уточненная формула	$Q_{дл} = 2,8 \cdot 10^{-3} h_{св} \frac{\Psi_{mid}}{T_{дл} + t_r} FK$	$Q_{дл} = 0,375 \frac{1}{n_0} \cdot i_n^{1,66} i_0^{0,5} FK$	При пересчете коэффициента $Q_{дл} = 0,26625 \frac{1}{n_0} \cdot i_n^{1,66} i_0^{0,5} F$		
Поправочный коэффициент к формуле	1,92–2,05	0,68–0,73			

Исследования по определению расхода талого стока с железнодорожного пути (Q_t). Исследования проводились по трем этапам на полигоне СамГУПС (табл. 3).

Графическое изображение представлено эмпирическими зависимостями (рис. 7) [2, 6, 7].

Результаты исследований (до 14.30), показанные на рис. 7, сопоставимы с зависимостями, представленными в трудах [20–22]. Затем (с 14.30 до 20.00) выявлена более ярко выраженная гиперболическая зависимость снеготаяния. Гидрограф снеготаяния имеет степенную функцию (нагрев металла происходит более интенсивно).

Таблица 3

Определение расхода талого стока

Площадь объекта ж.-д. транспорта, га	По формуле Д.Л. Соколовского, л/с $Q_T = \frac{k_0 h_p}{(F+1)^n} \cdot F \frac{1}{A_s + 1}$	2 этап – полупроизводственный эксперимент на полигоне СамГУПС, л/с (при $F_{ес} = 0,0035$ га, $q_{yA} = 0,0032$ л/с)	3 этап – производственный эксперимент на путях 5-го класса, л/с (при $F_{ес} = 0,0055$ га, $q_{yA} = 0,0051$ л/с)
0,03	0,0315	0,027	0,028
0,3	0,315	0,27	0,28
1	1,05	0,914	0,93
5	5,25	4,57	4,66
10	10,5	9,14	9,3
50	52,5	45,7	46,6
100	105	91,4	93,0

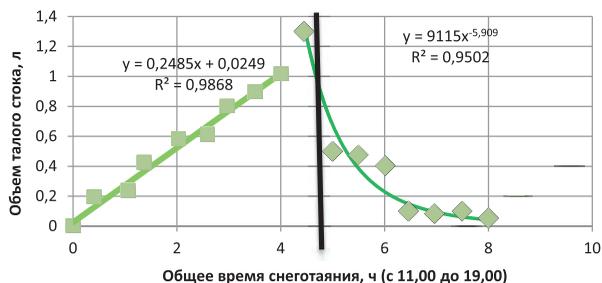


Рис. 7. График зависимости таяния снега (максимальное снеготаяние наблюдается в 15:00)

Исследования по определению расхода фильтрационного стока с железнодорожного пути (Qф). Для фильтрационного стока были проведены исследования на участке экспериментального железнодорожного пути [1]. Подача воды на установку варьировалась согласно характерной интенсивности дождя по Самарской области для определения зависимости коэффициента фильтрационного стока от интенсивности дождя.

Данные исследования подтверждают выводы о характере фильтрации и выброса жидко-

сти на границе сред [1]. Построен график зависимости коэффициента поверхностного стока от интенсивности дождя [1] (рис. 8).

Экспоненты, описывающие расположение точек уравнениями, имеют степенные функции (см. рис. 7, 8), это означает предварительное накопление жидкости в поровом пространстве балластной призмы и последующий ее выброс на разделе сред [1]. Расчеты сведены в табл. 4.

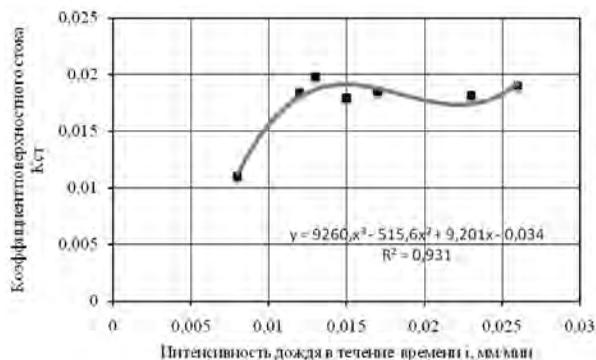


Рис. 8. Изменения коэффициента стока от интенсивности дождя на экспериментальном участке железнодорожного пути

Таблица 4

Варианты поведения жидкости при ее просачивании при L = 2,925 м [1] (1/4 поперечного разреза железнодорожного пути при двухпутном пути L = 11,7 м)

Ситуация для чистой балластной призмы	Результат	Ситуация для загрязненной (1/1,23) балластной призмы	Ситуация для загрязненной (1/2,27) балластной призмы
$Q < Q_{гр} = 0,059 \text{ л/с}$ 0–0,02 %	Поверхностная вода просачивается через верхнее и нижнее строение пути (грунт – суглинок, песок – речной, щебень – гранитный 40×70 мм) по размерам железнодорожного пути	$Q < Q_{гр} = 0,048 \text{ л/с}$ 0–0,016 %	$Q < Q_{гр} = 0,026 \text{ л/с}$ 0–0,008 %
$0,059 \text{ л/с} = Q < Q_{гр} < Q_{пес} = 14,0 \text{ л/с}$ 0,02–4,7 %	Поверхностная вода просачивается через верхнее и нижнее строение пути (грунт – суглинок, песок – речной, щебень – гранитный 40×70 мм) по размерам железнодорожного пути. Возникает один боковой выброс воды (песок – грунт)	$0,048 \text{ л/с} = Q_{гр} < Q < Q_{пес} = 11,38 \text{ л/с}$ 0,016–3,8 %	$0,026 \text{ л/с} = Q_{гр} < Q < Q_{пес} = 6,17 \text{ л/с}$ 0,008–2,06 %
$14,0 \text{ л/с} = Q_{пес} < Q < Q_{щ} = 269,0 \text{ л/с}$ 4,7–89,6 %	Поверхностная вода просачивается через верхнее и нижнее строение пути (грунт – суглинок, песок – речной, щебень – гранитный 40×70 мм) по размерам железнодорожного пути. Возникает два боковых выброса воды (щебень – песок, песок – грунт)	$11,38 \text{ л/с} = Q_{пес} < Q < Q_{щ} = 218,7 \text{ л/с}$ 3,8–72,67 %	$6,17 \text{ л/с} = Q_{пес} < Q < Q_{щ} = 118,5 \text{ л/с}$ 2,06–39,5 %
$Q > Q_{пес} = 269,0 \text{ л/с}$ 89,6–100 %	Поверхностная вода просачивается через верхнее и нижнее строение пути (грунт – суглинок, песок – речной, щебень – гранитный 40×70 мм) по размерам железнодорожного пути. Возникает два боковых выброса воды (щебень – песок, песок – грунт)	$Q > Q_{пес} = 218,7–260,8 \text{ л/с}$ 72,67–86,93 (100) %	$Q > Q_{пес} = 118,8–143,6 \text{ л/с}$ 39,5–47,9 (100) %

Из табл. 4 можно сделать следующий вывод: чем более загрязнены железнодорожные пути, тем меньшее количество жидкости просачивается через балластную призму в связи с образованием непроницаемого слоя из-за нефтепродуктов. Соответственно боковой выброс меньше [1]. Расчеты по пло-

щади железнодорожного объекта сведены в табл. 5.

Следует свести все расчеты расходов в одну табл. 6 согласно формуле

$$Q = \left(0,26625 \frac{1}{n_0} i_n^{1,66} i_0^{0,5} F \right) + \left(\frac{k_0 h_p}{(F+1)^n} \frac{1}{A_n + 1} F \right) + \left(C \frac{1}{k} F \right), \text{ л/с.}$$

Таблица 5

Определение расхода фильтрационного стока

Площадь объекта ж.-д. транспорта, га	По формуле $Q_{\max} = C \frac{1}{k} F$, л/с	1 этап – теоретический эксперимент на эксперим. установке, л/с (при $F_{\text{ес}} = 0,002$ га, $q_{\text{ya}} = 0,000059$ л/с)
0,03	0,00078	0,000885
0,3	0,0078	0,00885
1	0,026	0,0295
5	0,13	0,147
10	0,26	0,295
50	1,3	1,47
100	2,6	2,95

Таблица 6

Определение общего расхода стока, л/с

Площадь объекта ж.-д. транспорта, га	По формуле $Q_{\text{д}} = 0,26625 \frac{1}{n_0} \cdot i_n^{1,66} \cdot i_0^{0,5} F$	По формуле Д.Л. Соколовского $Q_r = \frac{k_0 h_p}{(F+1)^n} \cdot F \frac{1}{A_n + 1}$	По формуле $Q_{\max} = C \frac{1}{k} F$	Общий сток Q
0,03	0,223	0,0315	0,00078	0,255
0,3	2,226	0,315	0,0078	2,55
1	7,42	1,05	0,026	8,496
5	37,19	5,25	0,13	42,57
10	74,2	10,5	0,26	84,96
50	371,9	52,5	1,3	425,7
100	742	105	2,6	849,6

Выводы

1. Уточнена формула расхода поверхностного стока с железнодорожного полотна: общий вид $Q = Q_{\text{д}} + Q_r + Q_{\text{ф}}$, математическое выражение

$$Q = \left(0,26625 \frac{1}{n_0} i_n^{1,66} i_0^{0,5} F \right) + \left(\frac{k_0 h_p}{(F+1)^n} \frac{1}{A_n + 1} F \right) + \left(C \frac{1}{k} F \right).$$

Определены расходы общего поверхностного стока по площадям объектов железнодорожного транспорта.

2. Установлено, что поверхностная вода просачивается через верхнее и нижнее строение пути (грунт – суглинок, песок – речной,

щебень – гранитный 40×70 мм) по размерам железнодорожного пути. Возникает два боковых выброса воды (щебень – песок – грунт), определен корректировочный фактор $K_{\text{сред}} = 1,23 - 2,82$, учитывающий влияние нефтепродуктов и железа общего на просачивание поверхностных вод через балластную призму.

$$\begin{aligned} Q_{\text{гр}} &= 0,016 - 3,8 \% ; \\ Q_{\text{пес}} &= 3,8 - 72,67 \% ; \\ Q_{\text{щб}} &= 72,67 - 86,93(100) \% . \end{aligned}$$

3. Установлено заключение о хорошей точности «приближения стопроцентной сходимости

сти» не только в тех случаях, когда сходимость действительно близка к 100 %, но и при сходимости от 40 до 100 %.

4. Установлена зависимость коэффициента поверхностного стока от интенсивности дождя в течение времени $y = 9260, x^3 - 515,6x^2 + 9,201x - 0,034$.

5. На новых условно «чистых» железнодорожных путях наблюдались пиковые значения коэффициента поверхностного стока 0,0174 – 0,00179 при средней интенсивности дождя 0,016 – 0,022 мм/мин, что подтверждает практические значения и доводы. Предложенная методика определения расходов поверхностного стока с железнодорожных путей позволяет использовать адаптированную методику, предложенную не для селитебных зон, что актуально для 90 % железнодорожного полотна, расположенного в Российской Федерации, в частности для Куйбышевской железной дороги, расположенной в лесостепной и полустепной зонах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Стрелков А.К., Теплых С.Ю. Определение расхода фильтрационного стока железнодорожного пути // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительные технологии: сб. ст. / под ред. М.В. Шувалова, А.А. Пищулева, А.К. Стрелкова. Самара, 2020. С. 272–280.
2. Анализ и характеристика фильтрации поверхностного стока в балластной призме железнодорожного пути / А.К. Стрелков, С.Ю. Теплых, Н.С. Бухман, А.М. Саргсян // Водоснабжение и санитарная техника. 2015. № 12. С. 63–72.
3. Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты / ОАО «НИИ ВОДГЕО». М., 2014. 88 с.
4. Парахневич В.Т. Гидравлика, гидрология, гидрометрия водотоков. Изд. второе, перераб. М.: Инфра-М, Новое знание, 2015. 368 с.
5. Маскет М. Течение однородных жидкостей в пористой среде // Институт компьютерных исследований. М. – Ижевск, 2004. 628 с.
6. Бухман Н.С., Теплых С.Ю., Бухман Л.М. Динамика впитывания жидких загрязнений в пористый грунт // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. 2021. № 4 (132). С. 51–59.
7. Математическое моделирование загрязнения водотоков поверхностным стоком с железнодорожного полотна / Н.С. Бухман, С.Ю. Теплых, А.К. Стрелков, П.А. Горшкалев // Водоснабжение и санитарная техника. 2018. № 12. С. 44–52.
8. Железнодорожный путь Поволжья: сб. науч. тр. / под общ. ред. В.А. Покацкого. Самара: СамГУПС, 2012. Вып. 1. 157 с.: ил.
9. Стрелков А.К., Теплых С.Ю., Горшкалев П.А. Технологические схемы сбора, отведения и очистки поверхностных сточных вод предприятий железнодорожного транспорта // Промышленное и гражданское строительство. 2017. № 3. С. 73–78.
10. Шанайца П.С., Москалев Н.В. Железнодорожный транспорт // Сер. Экология: экспресс-информ. М., 2004. №2. С. 1–32.
11. Усс Р.А. Современное решение по укреплению балластной призмы железнодорожных путей [Электронный ресурс] Режим доступа: www.jdpsmt.ru (дата обращения: 08.05.2021).
12. Организация строительства и реконструкции железных дорог / И.В. Прокудин, Э.С. Спиридонов, И.А. Грачев, А.Ф. Колос, С.К. Терлецкий. М.: Учебно-методический центр по образованию на ж.-д. транспорте, 2008. 736 с.
13. Кантор И.И. Изыскания и проектирование железных дорог. М.: Академкнига, 2003. 288 с.
14. Ашпиз Е.С. Железнодорожный путь / Учебно-методический центр по образованию на ж.-д. транспорте, 2013. 544 с.
15. Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации № 286 от 09.02.2018. М.: Транспорт, 2018. 161 с.
16. СНиП 2.04.03 – 85. Канализация. Наружные сети и сооружения. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. 72 с.
17. СП 32.13330.2012. Канализация. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85. М.: Минрегион России, 2018. 91 с.
18. Шлюндт С.А., Самуйлов В.М. Экологические проблемы, связанные с работой железнодорожного транспорта // Организация производства и труда на транспорте в современный период: сб. науч. тр. Вып. 51 / Уральский ГУПС. Екатеринбург, 2006. С. 30–33.
19. Друзов Ю.С., Родин А.А. Экологические анализы при разливах нефти и нефтепродуктов // Серия: Методы в химии. Изд.: Лаборатория знаний (ранее «БИНОМ. Лаборатория знаний»). 2-е изд. (эл.). М., 2015. 273 с.
20. Алексеев М.И., Ермолин Ю.А. Оптимизация процесса водоотведения в крупных городах. М.: АСВ, 2013. 182 с.
21. Алексеев М.И., Курганов А.М. Организация отведения поверхностного (дождевого и талого) стока с урбанизированных территорий. М.: Изд-во АСВ; СПб.: СПбГАСУ, 2000. 352 с.: ил.
22. Алексеев М.И. Расчет расхода и объема талого стока с урбанизированных территорий // Водоснабжение и санитарная техника. 2011. № 7. С. 46–49.

REFERENCES

1. Strelkov A.K., Teplykh S.Yu. Determination of the flow rate of the filtration runoff of the railway track. *Traditsii i innovatsii v stroitel'stve i arkhitekture. Stroitel'nye tekhnologii* [Traditions and innovations in construction and architecture. Construction technologies]. Samara, 2020, pp. 272–280. (In Russian).
2. Strelkov A.K., Teplykh S.Yu., Buchman N.S., Sargsyan A.M. Analysis and characterization of surface runoff filtration in the ballast prism of the railway track.

Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika [Water supply and sanitary equipment], 2015, no. 12, pp. 63–72. (in Russian)

3. JSC "NII VODGEO". *Rekomendatsii po raschetu sistem sbora, otvedeniya i ochestki poverkhnostnogo stoka s selitebnykh territoriy, ploshchadok predpriyatiy i opredeleniyu usloviy vypuska ego v vodnye ob'ekty* [Recommendations for Calculation of Systems for Collection, Diversion and Treatment of Surface Runoff from Residential Areas, Sites of Enterprises and Determination of Conditions for Its Release into Water Bodies]. Moscow, 2014. 88 p.

4. Parakhnevich V.T. *Gidraulika, gidrologiya, gidrometriya vodotokov* [Hydraulics, hydrology, hydrometry of watercourses]. Moscow, Infra-M, New knowledge, 2015. 368 p.

5. Masket M. *Techenie odnorodnykh zhidkostey v poristoy srede* [Flow of homogeneous liquids in porous medium]. Moscow, Izhevsk, Institute for Computer Research, 2004. 628 p.

6. Bukhman N.S., Teplykh S.Yu., Bukhman L.M. Dynamics of absorption of liquid contaminants into porous soil. *Problemy sbora, podgotovki i transporta nefi i nefteproduktov* [Problems of gathering, processing and transportation of oil and petroleum products], 2021, no. 4(132), pp. 51–59. (in Russian)

7. Bukhman N.S., Teplykh S.Yu., Strelkov A.K., Gorshkalev P.A. Mathematical modeling of pollution of watercourses by surface runoff from the railway bed. *Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika* [Water supply and sanitary equipment], 2018, no. 12, pp. 44–52. (in Russian)

8. Pokatskiy V.A. *Zheleznodorozhnyy put' Povolzh'ya* [Railway track of the Volga region], Samara, SamGUPS, 2012, no. 1, 157 p.

9. Strelkov A.K., Teplykh S.Yu., Gorshkalev P.A. Technological schemes for the collection, disposal and treatment of surface wastewater of railway transport enterprises. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo* [Industrial and Civil Engineering], 2017, no. 3, pp. 73–78. (in Russian)

10. Shanaytsa P.S., Moskalev N.V. *Zheleznodorozhnyy transport. Seriya ekologiya* [Rail transport. Ecology series]

11. Uss R.A. *Sovremennoe reshenie po ukrepleniuyu ballastnoy prizmy zheleznodorozhnykh putey* (Modern solution to strengthen the ballast prism of railway tracks) Available at: www.jdpsmt.ru (accessed 8 May 2021)

12. Prokudin I.V., Spiridonov E.S., Grachev I.A., Kolos A.F., Terletsky S.K. *Organizatsiya stroitel'stva i rekonstruktsii zheleznykh dorog* [Organization of construction and reconstruction of railways]. Moscow, 2008. 736 p.

13. Kantor I.I. *Izyskaniya i proektirovanie zheleznykh dorog* [Railway Survey and Design]. Moscow, Akademkniga, 2003, 288 p.

14. Ashpiz E.S. *Zheleznodorozhnyy put'* [Railway track]. Educational and Methodological Center for Education at the railway station transport, 2013. 544 p.

15. *Pravila tekhnicheskoy ekspluatatsii zheleznykh dorog Rossiyskoy Federatsii № 286 ot 09.02.2018* [Rules for technical operation of railways of the Russian Federation No. 286 dated 09.02.2018]. Moscow, Transport, 2018. 161 p.

16. SNiP 2.04.03 - 85. Sewerage system. External networks and structures. Moscow, CITP of the USSR Gosstroy, 1986. 72 p. (In Russian)

17. SP 32.13330.2012. Sewerage system. External networks and structures. Updated version of SNiP 2.04.03-85. Moscow, Ministry of Regional Development of the Russian Federation, 2018. 91 p. (In Russian)

18. Schlundt S.A., Samuilov V.M. Environmental problems related to the operation of railway transport. *Organizatsiya proizvodstva i truda na transporte v sovremennyy period* [Organization of production and labor in transport in the modern period]. Yekaterinburg, Ural GUPS, Vol. 51, 2006, pp. 30–57. (In Russian).

19. Drugov Yu.S., Rodin A.A. *Ekologicheskie analizy pri razlivakh nefi i nefteproduktov* [Environmental Analyses for Oil and Petroleum Product Spills]. Moscow, Knowledge Laboratory, 2015. 273 p.

20. Alekseev M.I., Ermolin Yu.A. *Optimizatsiya protsessy vodootvedeniya v krupnykh gorodakh* [Optimization of the water disposal process in large cities]. Moscow, ASV, 2013. 182 p.

21. Alekseev M.I., Kurganov A.M. *Organizatsiya otvedeniya poverkhnostnogo (dozhdevogo i talogo) stoka s urbanizirovannykh territoriy* [Organization of drainage of surface (rain and melt) runoff from urbanized territories]. Moscow, ASV, Saint Petersburg, SPbGASU, 2000. 352 p.

22. Alekseev M.I. Calculation of flow rate and volume of melt runoff from urbanized territories. *Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika* [Water supply and sanitary equipment], 2011, no. 7, pp. 46–49. (in Russian)

Об авторе:

ТЕМНЫХ Светлана Юрьевна

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

TEPLYKH Svetlana Yu.

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

Для цитирования: Темных С.Ю. Количественные характеристики поверхностного стока с железнодорожных путей // Градостроительство и архитектура. 2022. Т. 12, № 4. С. 42–51. DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.6.

For citation: Teplykh S.Yu. Quantitative characteristics of surface runoff from railway tracks. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2022, vol. 12, no. 4, pp. 42–51. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.6.



С. А. АНЦИФЕРОВ
Е. В. ЧИРКОВА
А. В. ПРЯДИЛОВ
Л. В. ГОШКОДЕРЯ

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ТЕПЛОВОЙ МОЩНОСТИ КОНВЕКТОРА

WAYS TO INCREASE THE THERMAL POWER OF THE CONVECTOR

Обоснована необходимость совершенствования производства отопительных приборов с целью обеспечения их номинальной тепловой мощности. Рассмотрены особенности изготовления конвекторов «Универсал» методом дорнования. Исследованы повреждения кромок пластин, которые возникают в процессе расширения трубы при дорновании. Выявлено наиболее перспективное направление по повышению качества производства конвекторов – холодная штамповка пластин. Проведён анализ недостатков штамповки пластин, выделены основные причины снижения тепловой мощности конвекторов, а также разработаны мероприятия по их устранению. Для повышения объективности результатов исследования проведены испытания с двумя различными кожухами конвекторов на испытательном стенде. Определена и подтверждена экспериментально оптимальная степень натяжения пластин.

Ключевые слова: отопительный прибор, конвектор, тепловая мощность, методы испытаний, металлообработка, штамповка пластин, дорнование, натяжение пластин

Введение

В настоящее время производством конвекторов в России занимается более десятка предприятий. Все производители заинтересованы в постоянном повышении качества выпускаемых отопительных приборов. Письмо Министерства промышленности и торговли РФ «О введении обязательной сертификации отопительных приборов» [1], ФЗ № 261 «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности»

The necessity of improving the production of heating devices in order to ensure their nominal thermal power is substantiated. The features of the manufacture of convectors “Universal” by the burnishing method are considered. The damages of the edges of the plates that occur during the expansion of the pipe during burnishing are investigated. The most promising direction for improving the quality of convector production has been identified - cold stamping of plates. The analysis of the shortcomings of plate stamping was carried out, the main reasons for the decrease in the thermal power of convectors were identified, and measures were developed to eliminate them. To increase the objectivity of the results of the study, tests were carried out with two different casings of convectors on a test bench. The optimal degree of plate tension has been determined and confirmed experimentally.

Keywords: heater, convector, heat output, test methods, metalworking, plate stamping, burnishing, plate tension

[2] предписывают обратить особое внимание на качество изготовления отопительных приборов по ГОСТ 31311-2005 «Приборы Отопительные. Общие технические условия», способствуют развитию научно-технических, производственных, экономических подходов к совершенствованию производства [3–5], внедрению новых технологий и конструктивных решений [6], регламентированных ГОСТ 31311-2005.

Производители, ориентированные на экспорт, которых с каждым годом становится всё

больше, учитывают инвестиционную привлекательность российской экономики, а также требования европейского стандарта DIN EN 442-2-2015 «Радиаторы и конвекторы». Применение современных измерительных приборов и методик при испытании в соответствии с МИ 2714-2002 «Рекомендация. ГСИ. Энергия тепловая и масса теплоносителя в системах теплоснабжения» позволяет повысить точность измерений, автоматизировать управление измерительной системой и выявить возможные причины несоответствия фактической и заявленной (паспортной) номинальной тепловой мощности конвекторов и радиаторов [7, 8]. В настоящее время в России испытания отопительных приборов регламентируются ГОСТ Р 53583-2009 «Приборы Отопительные. Методы испытаний».

Российские предприятия активно развивают производство отопительных приборов, совершенствуют конструкцию, внедряют передовые методы контроля качества продукции, ведут научные изыскания в области термодинамики, гидравлики, материаловедения, металлообработки. Количество профильных заводов, оборудованных автоматизированными производственными линиями, за последние годы значительно увеличилось.

Однако у некоторых производителей возникает проблема с качеством выпускаемых конвекторов типа «Универсал», а именно значительный разброс значений тепловой мощности, полученных в результате испытаний, у приборов одного номинала. Потеря мощности может достигать 8 %, что противоречит требованиям ГОСТ 31311-2005, п. 5.4, который регламентирует отклонение от номинальной мощности минус от -4 до +5 %. Кроме того, уменьшение мощности отопительного прибора негативно сказывается на микроклимате обслуживаемого помещения, нередко приводит к конфликтам между владельцами и управляющими или энергоснабжающими организациями. Иногда претензии предъявляются и к проектировщикам, которые подбирают конвекторы исходя из номинальных паспортных характеристик, полностью доверяясь нерадивым производителям.

Устройство отопительного конвектора достаточно простое, известное много десятков лет, и найти путь для усовершенствования его конструкции с целью увеличения тепловой мощности достаточно трудно. Однако современные, в том числе и цифровые, технологии продолжают активно развиваться и внедряться в управление металлообрабатывающим оборудованием, в системы контроля качества, что даёт реальную возможность найти ответ на поставленный вопрос.

Анализ конструкции конвектора позволяет эффективно выявить проблемную область –

место сопряжения штампованной кромки пластин с трубой. Выявив недостаток конструкции при осмотре достаточно большого количества конвекторов разных производителей, можно выдвинуть предположение, что потеря тепловой мощности происходит из-за низкого качества штамповки отверстий пластин (переменная форма кромки, большой радиус перехода от плоскости к кромке) (рис. 1) и неравномерной, с разрывами, посадки пластин на трубу при дорновании (рис. 2), что отмечено в работах, посвящённых проблемам штамповки листового материала. Зона теплопередачи неравномерна, её площадь у каждой пластины весьма разнится. Наиболее целесообразный вариант устранения недостатка: повышение качества изготовления пластины, а также оптимизация фиксации её на трубе.

Фиксация пластин на трубе осуществляется на специализированных станках методом холодной деформации трубы – объёмного дорнования. Дорн, продвигаясь по трубе, обеспечивает изменение геометрических размеров, нивелирование имеющейся шероховатости до 0,75 мкм, упрочнение поверхностного слоя металла. Величина диаметра отверстия обрабатываемой трубы всегда меньше диаметра дорна на показатель натяжения. Объёмное дорнование даёт возможность работать с достаточно длинными трубами (при изготовлении конвекторов до 2 м), обеспечивая высокий показатель прямолинейности. При свободном дорновании внешние поверхности трубы не имеют каких-либо ограничений при деформации, что очень удобно при работе с бесшовными и электросварными трубами с толщиной стенки до 2,5 мм.

Таким образом, можно сформулировать *цель исследования*: повышение тепловой мощности конвектора за счет повышения качества цилиндрической кромки пластины в месте сопряжения с трубой и определение оптимальной степени натяжения пластин.

Поставлена *задача*: разработать оптимальную форму кромки и подобрать степень натяжения пластины для обеспечения стабильной тепловой мощности конвектора.

Для проверки эффективности выбранного способа повышения тепловой мощности конвектора решено изменить форму кромки пластины: исключить конусность, избавиться от заусенцев и разрывов. Для этого изготовлен экспериментальный штамп для кривошипного прессы и собрано несколько опытных образцов конвекторов для проведения лабораторных испытаний на испытательном стенде по определению тепловой мощности в соответствии с методикой, изложенной в ГОСТ Р 53583-2009.

Результаты исследований

Методика проведения исследований. В основу исследования процессов теплопередачи при сопряжении металлических деталей положен феноменологический метод описания процесса, игнорирующий микроскопическую структуру вещества, рассматривающий его как сплошную среду. Влияние конкретной физической среды учитывается коэффициентами, определяемыми непосредственно из опыта. Достоинство этого метода заключается в возможности установить общие связи между несколькими параметрами, которые характеризуют процесс теплопроводности, используя при этом экспериментальные данные.

Эффективность теплопередачи зависит от площади соприкосновения деталей, поскольку количество теплоты, передаваемой через материал, согласно закону Фурье прямо пропорционально площади поверхности теплопередачи. Расчётная площадь соприкосновения кромки пластины и трубы составляет 120 мм^2 . Однако в реальных условиях добиться этого мешают необходимость изменения процесса штамповки, переоснастка и перерывы в работе пресового участка.

Теоретически кромку единичной пластины и трубу можно рассматривать как многослойную цилиндрическую поверхность. Однако в реальных условиях добиться идеального прилегания двух поверхностей достаточно сложно. Ввиду особенности поведения металла при растяжении (искривление, растрескивание) образуется неравномерная воздушная прослойка. Полностью исключить этот недостаток нельзя, но можно попытаться его минимизировать, подобрав степень натяжения пластины в доступных технологических условиях.

Проведение серии испытаний экспериментальных конвекторов позволит решить задачу по определению оптимальной степени натяжения пластин.

Для точного определения влияния степени натяжения пластин конвектора при дорновании на тепловую мощность по методике, изложенной в ГОСТ Р 53583-2009 «Приборы Отопительные. Методы испытаний», проведена серия опытов на испытательном стенде со стабилизированным микроклиматом, водоохлаждаемыми внутренними поверхностями для обеспечения заданных температурных условий, зависящих от мощности отопительного прибора.

Проведение испытаний. Пластина конвектора «Универсал» имеет геометрические размеры, указанные на рис. 1. Изготовлена из листовой стали толщиной $0,4 \text{ мм}$. После штамповки

проведён дополнительный контроль качества пластин и сборки конвектора. Процесс дорнования выполнялся новым дорном, степень натяжения $0,6 \pm 0,02 \text{ мм}$. Измерения наружного диаметра проведены в 8 точках на прямом и обратном направлениях трубы для проверки наличия овальности и огранки по ГОСТ 26877-2008 «Металлопродукция. Методы измерений отклонений формы». После окраски и сушки в камере готовый экспериментальный конвектор выдержан трое суток для стабилизации красочного слоя.

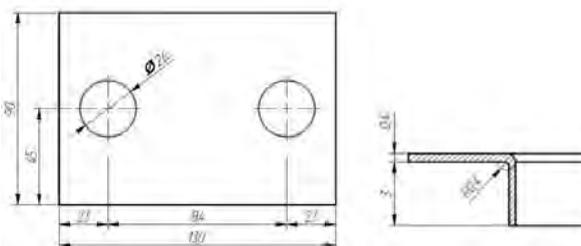


Рис. 1. Чертёж экспериментальной пластины (слева), разрез по кромке (справа)

На рис. 2 представлены серийная и экспериментальная пластины. На серийной пластине заметны заусенцы, разрывы в верхней части кромки, конусность и достаточно большой радиус скругления ($0,6 - 0,8 \text{ мм}$) при переходе с плоскости на кромку. При таком качестве штамповки рассчитанная площадь соприкосновения с трубой составляет не более 70 мм^2 . Напряжения и неравномерная толщина металла на краю приводят к разрыву кромки при дорновании, что заметно на собранном конвекторе (рис. 4). Экспериментальная пластина лишена этих недостатков (рис. 6).

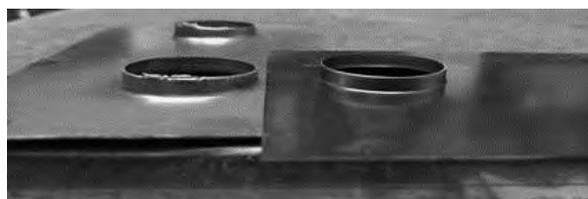


Рис. 2. Серийная пластина (слева), экспериментальная (справа)

Серии испытаний конвекторов разных производителей, проведённых по методике согласно ГОСТ Р 53583-2009, позволили определить степень влияния качества изготовления и крепления пластин.

Испытывались 4 конвектора «Универсал» номинальной мощностью $1,049 \text{ кВт}$. Образцы 1,

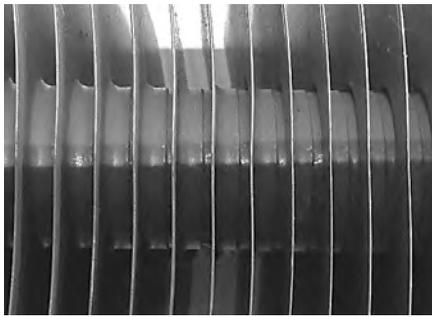


Рис. 3. Образец 1. Большой радиус перехода от плоскости к кромке

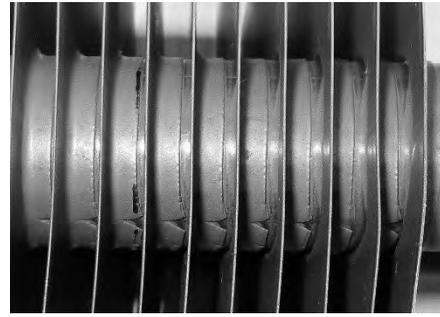


Рис. 4. Образец 2.
Посадка пластин с разрывами



Рис. 5. Образец 3.
Посадка пластин без дефектов

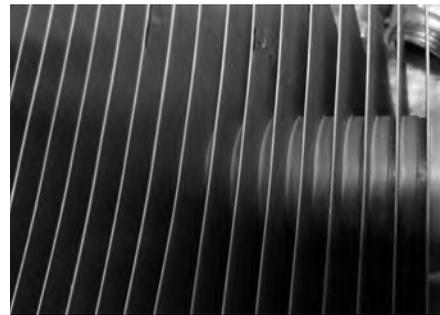


Рис. 6. Образец 4.
Экспериментальный конвектор

2 – серийные; обезличенный образец 3 – стороннего производителя «N»; образец 4 – опытный конвектор, изготовленный с учётом выявленных недостатков специально для испытаний. Состояние кромок пластин образцов показаны на рис. 3–6. Результаты замеров тепловой мощности конвекторов приведены в табл. 1.

При выборе величины натяжения пластин необходимо руководствоваться характеристиками пластичности и начальной прочности заготовки. Сила процесса обработки состоит из двух компонентов: радиального и осевого. Радиальный компонент увеличивает сечение заготовки (объёмное расширение), а осевой удаляет неровности, снижая шероховатость. Однако излишняя степень натяжения (более 0,8 мм) может стать причиной увеличения конечного показателя шероховатости. Относительная деформация определяет реальную деформацию по её наружному сечению и выражается в процентах. Сила дорнования влияет на величину и скорость износа рабочего инструмента. Подбор правильной схемы обработки очень важен, так как это приводит к возникновению осевых напряжений. Современные способы объёмного дорнования осуществляются с пассивным, нейтральным и активным видами противонапряжения. Для этого применяются натяжные

подвижные механизмы, которые ограничивают укорачивание заготовок при обработке и дают возможность найти пути увеличения мощности конвектора.

На следующем этапе эксперимента испытаниям подвергались три специально изготовленных образца теплопакета конвектора «Универсал», собранных из стальных пластин размером 130×90 мм, толщиной 0,4 мм. Длина оребрения составляет 765 ± 2 мм, количество пластин – 129, шаг – 5,92 мм. Труба по ГОСТ 10704-91 «Трубы стальные электросварные прямошовные» 26×1,8 мм. Длина прямолинейного участка, подвергнутая дорнованию, – 935 мм. Теплопакеты изготовлены со степенью натяжения 0,5; 0,6; 0,7 мм, с допустимым отклонением 0,02 мм. Для получения более достоверных результатов проведены испытания с двумя различными кожухами, условно обозначенными «Тип 1» и «Тип 2». Каждый конвектор испытан по 6 раз, для дальнейшего анализа удобно пользоваться средним значением тепловой мощности $Q_{ср}$, кВт. Результаты проведённых замеров тепловой мощности конвекторов в зависимости от степени натяжения пластин приведены в табл. 2.

На рис. 7–12 показано состояние кромки пластины при различной степени натяжения. На всех пластинах при любом натяжении замет-

ны разрывы кромки (рис. 10–12). При натяжении 0,5 мм заметен зазор (справа) между краем кромки и трубой (рис. 7). На образце №2 при натяжении 0,6 мм зазор отсутствует, разрыв края кромки небольшой (рис. 8). При натяжении 0,7 мм происходит увеличение зазора между краем кромки и трубой (рис. 9). На виде сверху (рис. 10–12) заметно искривление пластин, возникшее в процессе увеличения диаметра трубы.

Для контроля качества дорнования проведены измерения геометрических размеров наружного диаметра и толщины стенки трубы собранного конвектора. Измерения выполнены в помещении лаборатории в соответствии

с ГОСТ 26877-2008 «Металлопродукция. Методы измерений отклонений формы» и ГОСТ 8.050-73 (СТ СЭВ 1155-78) «Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Нормальные условия выполнения линейных и угловых измерений». Обработка результатов измерений проведена по методике, изложенной в ГОСТ 26433.0-85 «Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Правила выполнения измерений. Общие положения». Замеры наружного диаметра трубы произведены для всех образцов.

После обработки результатов измерений проведена проверка на нормальное распре-



Рис. 7. Образец 1.
Вид спереди при натяжении 0,5 мм



Рис. 8. Образец 2.
Вид спереди при натяжении 0,6 мм



Рис. 9. Образец 3.
Вид спереди при натяжении 0,7 мм

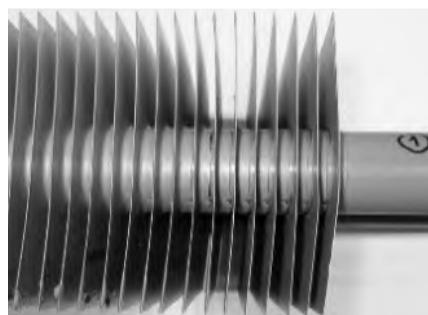


Рис. 10. Образец 1.
Вид сверху

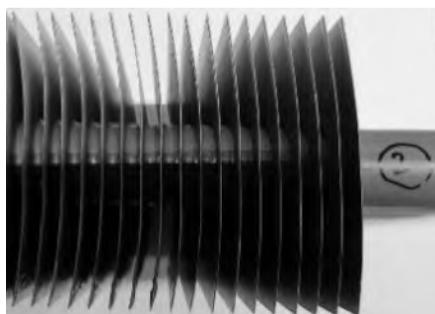


Рис. 11. Образец 2.
Вид сверху

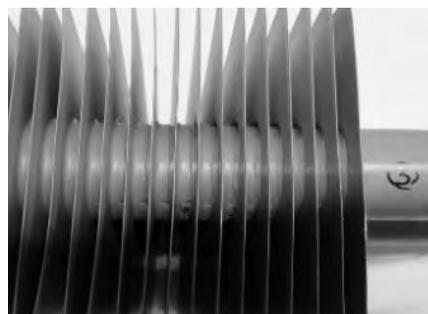


Рис. 12. Образец 3.
Вид сверху

деление. Случайные величины распределены нормально, отклонения размеров в пределах погрешности измерений. Форму трубы можно считать круглой, толщину стенки $1,83 \pm 0,2$ мм в пределах допуска.

Результаты испытаний. Результаты серии испытаний обработаны по методике, приведенной в ГОСТ Р 8.736-2011 «Государственная система обеспечения единства измерений. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений» с последующей статистической обработкой.

По результатам первой серии испытаний видно (табл. 1), что отклонение среднего значения фактической тепловой мощности $Q_{\text{ф}}$ от номинальной (1,049 кВт) и относительное отклонение результата δ зависят от качества изготовления и крепления пластин на трубе. Экспериментальный конвектор с пластинами, изготовленными на новом штампе, показал наименьший разброс

значений в серии испытаний и наименьшее отклонение от номинальной мощности.

Серией испытаний подтверждено, что повышение качества штамповки пластин и сборки конвектора обеспечивает стабильную, близкую к номинальной, тепловую мощность.

По результатам второй серии испытаний (табл. 2) была построена графическая зависимость тепловой мощности конвектора от степени натяжения пластин (рис. 13). Как видно из рисунка, полученный график представляет собой параболу, т. е. аналитическая зависимость тепловой мощности конвектора Q от степени натяжения пластин n является квадратичной функцией типа $Q = an^2 + bn + c$. Коэффициенты a , b , c определяются эмпирически для разных типов конвекторов, так как они зависят от геометрических характеристик конвектора: длины, размера пластин, шага оребрения, а также от типа кожуха, его размеров и вида решётки.

Таблица 1

Результаты испытаний конвекторов по определению фактической тепловой мощности, кВт

Испытание №	Образец 1 серийный 1	Образец 2 серийный 2	Образец 3 производитель N	Образец 4 опытный
1	1,016	0,970	1,041	1,048
2	1,009	0,982	1,043	1,046
3	0,993	0,974	1,046	1,044
4	0,994	0,978	1,049	1,047
5	0,990	0,956	1,042	1,045
6	0,996	1,014	1,044	1,046
$Q_{\text{ф}}$, кВт	1,000	0,979	1,044	1,046
δ , %	4,703	6,673	0,461	0,286

Таблица 2

Влияние величины натяжения пластины на фактическую тепловую мощность

Испытание №	Кожух тип 1			Кожух тип 2		
	образец 1	образец 2	образец 3	образец 1	образец 2	образец 3
	степень натяжения n , мм			степень натяжения n , мм		
	0,5	0,6	0,7	0,5	0,6	0,7
1	0,853	0,855	0,853	0,860	0,881	0,870
2	0,851	0,863	0,855	0,868	0,889	0,866
3	0,846	0,858	0,850	0,868	0,890	0,876
4	0,848	0,864	0,854	0,869	0,889	0,877
5	0,852	0,865	0,854	0,870	0,884	0,879
6	0,849	0,860	0,849	0,870	0,889	0,865
$Q_{\text{ф}}$, кВт	0,850	0,861	0,853	0,868	0,886	0,872
δ , %	7,4	6,2	7,1	5,5	3,5	4,9

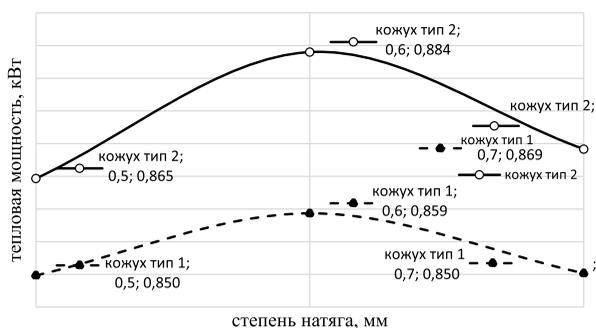


Рис. 13. Зависимость тепловой мощности от степени натяжения пластин

Проведённые испытания показали, что степень натяжения влияет на состояние кромки пластины: чем больше «натяг», тем плотнее прилегает пластина к трубе, но кромка пластины при этом рвётся, уменьшая площадь соприкосновения. При малом «натяге» пластина прилегает к трубе неплотно, но кромка деформируется в гораздо меньшей степени. При оптимальной степени натяжения (0,6 мм) кромка качественно отштампованной пластины деформируется незначительно и равномерно прилегает к трубе.

Выводы

В результате проведённого исследования выявлены недостатки, возникающие при изготовлении и фиксации пластин на трубе: большой радиус перехода от плоскости к кромке, большие зазоры и неравномерная, с разрывами посадка пластин на трубу. Рекомендуется изменить форму пластин в соответствии с размерами на рис. 1.

Выбрана оптимальная степень натяжения пластин при дорновании, равная 0,6 мм, при которой экспериментальные конвекторы показали наибольшую тепловую мощность. Данное обстоятельство обусловлено обеспечением наибольшей площади прилегания кромки пластины к трубе и минимального разрыва металла по краю кромки.

Устранение рассмотренных недостатков и использование приведённых рекомендаций в производстве отопительных приборов позволит повысить качество выпускаемых конвекторов, обеспечить более высокую тепловую мощность и конкурентоспособность среди аналогичной продукции других производителей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Письмо Министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 4 октября 2019 года № 69306/17 «О введении обязательной сертификации отопительных приборов - радиаторов отопления и конвекторов отопительных».

2. Федеральный закон от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

3. Сасин В.И., Бершидский Г.А., Прокопенко Т.Н., Кушнир В.Д. Параметры отопительных приборов по российским стандартам // АКВА-ТЕРМ. 2013. № 5. С. 71–73.

4. Рекомендации по применению конвекторов без кожуха «Аккорд» и «Север» / В.И. Сасин, Т.Н. Прокопенко, Б.В. Швецов, Л.А. Богацкая. М.: НИИ сантехники, 1990. 100 с.

5. Бершидский Г.А., Поз М.Я. Некоторые вопросы методики теплотехнических испытаний отопительных приборов // АВОК: Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. 2017. № 3. С. 64–80.

6. Сасин В.И., Бершидский Г.А., Прокопенко Т.Н., Швецов Б.В. Действующая методика испытаний отопительных приборов – требуется ли корректировка? // АВОК: Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. 2007. № 4. С. 46–51.

7. Antsiferov S.A., Prjadilov A.V., Chirkova E.V. How voltage spikes affect the accuracy of reading Convectector rated heat flux // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 2020. Vol. 753. 6 p. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/753/3/032028> (дата обращения: 01.03.2022).

8. Antsiferov S.A., Usmanova E.A., Chirkova E.V. 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: 01.03.2022).

REFERENCES

1. Pis'mo Ministerstva promyshlennosti i torgovli Rossijskoj Federacii ot 4 oktyabrya 2019 goda № 69306/17 «O vvedenii obyazatel'noj sertifikacii otopitel'nyh priborov - radiatorov otopleniya i konvektorov otopitel'nyh» [Letter of the Ministry of Industry and Trade of the Russian Federation dated October 4, 2019, no. 69306/17 «On the introduction of mandatory certification of heating devices - heating radiators and heating convectors»].

2. Federal'nyj zakon ot 23 noyabrya 2009 g. № 261-FZ «Ob energosberezhenii i o povyshenii energeticheskoj effektivnosti i o vnesenii izmenenij v otdel'nye zakonodatel'nye акты Rossijskoj Federacii» [Federal Law no. 261-FZ of November 23, 2009 «On Energy Saving and Improving Energy Efficiency and on Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation»].

3. Sasin V.I., Bershidskij G.A., Prokopenko T.N., Kushnir V.D. Parameters of heating devices according to Russian standards. AKVA-TERM [AQUA-TERM], 2013, no. 5, pp. 71-73. (in Russian)

4. Sasin V.I., Prokopenko T.N., Shvecov B.V., Bogackaja L.A. Rekomendacii po primeneniju konvektorov bez kozhuha «Akkord» i «Sever» [Recommendations for the

use of convectors without casing «Аkkорд» and «Север»]. Moscow, NII santehniki Publ., 1990.

5. Bershidskij G.A., Poz M.Ja. Some questions of the method of thermotechnical testing of heating appliances. *AVOK: Ventiljacija, otoplenie, kondicionirovanie vozduha, teplosnabzhenie i stroitel'naja teplofizika* [ABOK: Ventilation, heating, air conditioning, heat supply and building thermal physics], 2017, no. 3, pp. 64-80. (in Russian)

6. Sasin V.I., Bershidskij G.A., Prokopenko T.N., Shvecov B.V. The current testing methodology for heating appliances - is it necessary to adjust? *AVOK: Ventiljacija, otoplenie, kondicionirovanie vozduha, teplosnabzhenie i stroitel'naja teplofizika* [ABOK: Ventilation, heating, air conditioning, heat supply and building thermal physics], 2007, no. 4, pp. 46-51. (in Russian)

7. Antsiferov S.A., Prjadilov A.V., Chirkova E.V. How voltage spikes affect the accuracy of reading Convector rated heat flux. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 2020, vol. 753, art.no. 032028 DOI: 10.1088/1757-899X/753/3/032028

8. Antsiferov S.A., Usmanova E.A. Chirkova E.V. Development and testing of a steel regulating thermostatic valve. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 2019, vol. 698, art.no. 066013 DOI: 10.1088/1757-899X/698/6/066013

Об авторах:

АНЦИФЕРОВ Сергей Александрович
старший преподаватель Центра инженерного оборудования
Тольяттинский государственный университет
Архитектурно-строительный институт
445020, Россия, г. Тольятти, ул. Ушакова, 59
E-mail: salan63@mail.ru

ANCIFEROV Sergej A.
Senior Lecturer of Engineering Equipment Center
Togliatti State University
Institute of Architecture and Civil Engineering
445020, Russia, Togliatti, Ushakova str., 59,
E-mail: salan63@mail.ru

ЧИРКОВА Елена Владимировна
кандидат технических наук, доцент, доцент Центра инженерного оборудования
Тольяттинский государственный университет
Архитектурно-строительный институт
445020, Россия, г. Тольятти, ул. Ушакова, 59
E-mail: chirkovaev@mail.ru

CHIRKOVA Elena V.
PhD in Engineering Science, Associate Professor, assistant professor of engineering equipment center
Togliatti State University
Institute of Architecture and Civil Engineering
445020, Russia, Togliatti, Ushakova str., 59,
E-mail: chirkovaev@mail.ru

ПРЯДИЛОВ Алексей Вадимович
кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры промышленной электроники
Тольяттинский государственный университет
Институт машиностроения
445020, Россия, г. Тольятти, ул. Ушакова, 57
E-mail: limitov@yandex.ru

PRYADILOV Aleksej V.
PhD in Engineering Science, Associate Professor, assistant professor of Chair of Industrial electronics
Togliatti State University
Institute of mechanical engineering
445020, Russia, Togliatti, Ushakova str., 57,
E-mail: limitov@yandex.ru

ГОШКОДЕРЯ Любовь Валерьевна
магистрант Центра инженерного оборудования
Тольяттинский государственный университет
Архитектурно-строительный институт
445020, Россия, г. Тольятти, ул. Ушакова, 59
E-mail: lyubovgoshkoderya@yandex.ru

GOSHKODERYA Lyubov' V.
Master student of engineering equipment center
Togliatti State University
Institute of Architecture and Civil Engineering
445020, Russia, Togliatti, Ushakova str., 59,
E-mail: lyubovgoshkoderya@yandex.ru

Для цитирования: Анциферов С.А., Чиркова Е.В., Прядилов А.В., Гошкодеря Л.В. Способы повышения тепловой мощности конвектора // Градостроительство и архитектура. 2022. Т. 12, № 4. С. 52–59. DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.7.

For citation: Anciferov S.A., Chirkova E.V., Prjadilov A.V., Gorshkoderya L.V. Ways to Increase the Thermal Power of the Convector. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2022, vol. 12, no. 4, pp. 52–59. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.7.

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ



УДК 691.215.1

DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.08

Н. Г. ЧУМАЧЕНКО
В. В. ТЮРНИКОВ
М. Г. КАЛИНИНА

ОТВАЛЫ И ЗАХОРОНЕНИЯ ИЗ ОТХОДОВ СОКСКОГО КАРЬЕРА КАРБОНАТНЫХ ПОРОД

DUMPS AND LANDFILLS FROM OF CARBONATE ROCK WASTE
OF THE RIVER SOK QUARRY

Статья посвящена отходам, которые образуются при добыче, дроблении и сортировке карбонатной горной породы в целях получения готовой продукции – щебня. Приведены сведения по Сокскому месторождению карбонатных пород. В результате производства на Сокском карьере образуются две группы отходов: вскрышные породы и отвалы; доломитовая и известняковая мука. Объем вскрышных пород и отвалов постоянно увеличивается. Доломитовая и известняковая мука, образуемая при дроблении и сортировке горной породы, с включениями щебня направляется в отвалы высевок без разделения на виды. Большая часть отходов производства размещена в отвалах непосредственно на территории карьера. Отходы дробления размещаются вдоль левого берега р. Сок. Значительные объемы накопленных и постоянно образующихся отходов производства щебня ухудшают экологическую обстановку в данном районе. Для решения экологических проблем необходимо изучить отходы, образуемые при получении щебня, и разработать строительные материалы с использованием этих отходов.

Ключевые слова: минеральное сырье, породные отвалы, карбонатные породы, высевки, техногенные образования, производство строительных материалов

Сокское месторождение карбонатных пород расположено в Красноглинском районе г. Самара, в восточных отрогах Жигулевских гор, на левом берегу р. Сок при впадении в р. Волгу, между 32–38 км железнодорожной ветки Самара – Красная Глинка, в 40 км севернее центра города [1].

The article is devoted to wastes generated at extraction, crushing and sorting of carbonate rock in order to obtain the finished product which is crushed stone. The article presents the information of carbonate rocks on the river Sok deposit. As a result of production at the Sok quarry two groups of waste are formed: overburden rocks and waste dumps; dolomite and limestone meal. The volume of overburden rocks and dumps is constantly increasing. Dolomite and limestone meal formed by crushing and sorting of rocks, with inclusions of crushed stone are sent to the dumps of cuttings without dividing into types. Most of the production waste is placed in the dumps directly in the territory of the quarry. Crushing waste is placed along the left bank of the river Sok. Significant volumes of accumulated and constantly formed crushed stone production wastes are harmful for the local environment. To solve environmental problems, it is necessary to study these wastes and develop construction materials using these wastes.

Keywords: mineral raw materials, rock dumps, carbonate rocks, cuttings, technogenic formations, production of building materials

Массив, к которому приурочено Сокское месторождение, характеризуется выраженным гористым рельефом и носит название Сокольных гор, являющихся продолжением Жигулевских гор. Вершины Сокольных гор достигают абсолютных отметок 250–280 м. Речная сеть



района месторождения представлена р. Волгой и ее левым притоком р. Сок [2].

Месторождение разведано в 1953, 1958, 1963 и 1975–1976 гг. Куйбышевской ГРЭ НВТГУ по заданию Сокского карьероуправления с целью обеспечения предприятия сырьевой базой.

Последняя детальная разведка и переоценка запасов Сокского месторождения была осуществлена в 1976–1978 гг. Известны данные по балансовым запасам на 01.01.1982 г. Анализ оставшихся запасов по Сокскому месторождению карбонатных пород был произведен геолого-маркшейдерской службой карьероуправления на 01.01.2001 г. Распределение запасов месторождения представлено в таблице.

Как видно из таблицы, общие запасы карбонатных пород с 1978 по 2001 гг. сократились в 2,4 раза. По данным на 2001 г. потери в бортах составляют более 46 % от добываемого объема.

Полезная толща месторождения представлена известняками и доломитами и их переходными разновидностями (известняки доломитизированные, доломиты известковистые, мука известково-доломитовая со щебнем карбонатных пород).

Верхняя часть полезной толщи состоит преимущественно из доломитов с подчиненными значениями известняков, в нижней части преобладают известняки и доломитизированные известняки, а доломиты залегают в виде прослоек небольшой мощности. Максимальная мощность полезной толщи достигает 112 м.

Минералогический состав ископаемого – кальцит и доломит. Петрографические различия представлены четырьмя основными группами [2]:

- доломиты кристаллические мелко- и микрозернистые;
- доломиты известковистые;
- известняки кристаллические;
- известняки органогенные и органогенно-обломочные.

По качеству породы Сокского карьероуправления подразделяются на четыре сорта.

Первый сорт – карбонатные породы с прочностью более 600 кг/см², средняя плотность 2,5 г/см³ и выше, морозостойкость не менее 50 циклов.

Второй сорт – карбонатные породы с прочностью не менее 400 кг/см², средняя плотность 2,3 г/см³ и выше, морозостойкость не менее 50 циклов. К ним относятся доломиты органогенные и известняки.

Горизонты, содержащие известняки, имеют следующий минеральный состав, масс. %: СаСО₃ 91,5-91,6; MgСО₃ 0,5-1,4; глинистые примеси 1,2–5,44.

Третий сорт – породы с прочностью не менее 200 кг/см², средняя плотность 2,0 г/см³ и выше, морозостойкость не менее 25 циклов. К ним относятся песчановидные доломиты, пористые известняки.

Четвертый сорт – несортный камень со средней плотностью менее 2,0 т/м³ и известняково-доломитовая мука со щебнем.

При добыче полезного ископаемого проводят вскрышные работы. Дробление и сортировка горной породы производилась на пяти дробильно-сортировочных заводах (ДСЗ). В настоящее время работают два завода [3].

Выпуск щебня предусмотрен в двух вариантах:

- смеси фракций 5–20 и 20–40 мм;
- смеси фракций 5–20 и 20–70 мм.

Выпуск обеспечивается применением трехстадийной двухпоточной схемы дробления с частично-открытым циклом на третьей стадии дробления. Технологический процесс на ДСЗ представлен следующим образом: добыча сырья проводится открытым способом (рис. 1). Горная масса транспортируется с карьеров автотранспортом и разгружается в приемный бункер. Из бункера горная масса подается пи-

Распределение запасов по Сокскому месторождению карбонатных пород

Год оценки	Категория запасов	Балансовые запасы, тыс. м ³	В том числе, тыс. м ³		
			потери в бортах	целики	извлекаемые запасы
1978	В	101 163	-	-	-
	С ₁	15 840	-	-	-
	В + С ₁	117 003	-	-	-
На 01.01.1982	В	86303			
	С ₁	15840			
	В + С ₁	102 143			
На 1.01.2001	В	36 310	16 013	10 996	9 301
	С ₁	12 063	6 333	781	4 949
	В + С ₁	48 373	22 346	11 777	14 250

тателем на первую стадию дробления, которая представлена щековыми дробилками. После первичной стадии дробления продукт с помощью сырьевого транспортера и серии грохотов подается на вторую стадию дробления. Вторая стадия дробления представлена одной или двумя конусными дробилками. После второй стадии дробления продукт поступает на серию грохотов и сортируется по фракциям щебня 5–20, 20–40 и 40–70 мм.

Продукт фракцией свыше 70 мм поступает на третью стадию дробления и сортировку [2].

На рис. 2 изображен участок действующего дробильно-сортировочного завода.

ЗАО «Сокское карьероуправление» в настоящее время выпускает:

- щебень из природного камня для строительных работ;
- готовые песчано-щебеночные смеси;
- муку известняковую.

Щебень из природного камня – естественный материал, получаемый дроблением осадочных карбонатных пород. Применяется в качестве заполнителей для бетонов монолитных, сборных бетонных и железобетонных конструкций и для соответствующих видов строительных работ.

Щебень выпускается в виде смеси фракций 5–20, 20–40, 20–70 мм и соответствует ГОСТ 8267. Основной продукцией предприятия является щебень марки 400.

Готовые песчано-щебеночные смеси предназначены для дорожного строительства и соответствуют требованиям ГОСТ 25607.

Мука известняковая вырабатывается из отходов карбонатных пород, предназначена для известкования кислых почв и соответствует ГОСТ 14050.

Выпуск перечисленной продукции осуществляется в соответствии с разработанным и утвержденным технологическим регламен-

том. Контроль качества осуществляется в соответствии с типовой картой контроля качества товарной продукции [3].

Отходы образуются при добыче, дроблении и сортировке горной породы в целях получения готовой продукции – щебня.

Большие объемы добычи и переработки инертных строительных материалов на базе местных залежей горных пород в районе устья р. Сок приводят, с одной стороны, к значительным вскрышным работам на поверхности земли, а с другой – к образованию большого количества попутных отходов в виде известняковой и доломитовой муки.

В результате производства на Сокском карьероуправлении образуется две группы отходов:

- вскрышные породы и отвалы;
- доломитовая и известняковая мука.

К вскрышным породам на месторождении относятся все слабые разности доломитов и известняков, поверхностные четвертичные образования, некондиционные прослойки, содержащие глину. Вскрышные породы неоднородны, поэтому как сырье для производства строительных материалов они не рассматривались.

Отработка вскрыши делится на «мягкую», «скальную» и «межпластовую» скальную. К «мягкой» вскрыше относится растительный слой и лежащие под ним щебенка и доломитовая мука. Мощность слоя от 3 до 5 м. К «скальной» вскрыше относятся выветренные слабые известняки и доломиты, средняя плотность которых 2,0–2,2 г/см³, а также доломитовая мука. К «межпластовой» вскрыше относятся некондиционные слои, залегающие в толще полезного ископаемого, содержащие доломитовую муку и слабые породы до 70 % или имеющие повышенное содержание (до 7 %) комовой глины [2].

При добыче вскрышные породы направляются в породные отвалы. В настоящее время



Рис. 1. Добыча сырья открытым способом. Сокский карьер



Рис. 2. Действующий дробильно-сортировочный завод

на территории ЗАО «Сокское карьероуправление» находятся следующие породные отвалы:

- Восточный карьер. Внешний породный отвал (северный борт) – не действующий;
- Центральный карьер. Внутренний отвал (южный борт) – действующий;
- Палаточный карьер (южный борт) – не действующий.

В породных отвалах скопился разнородный материал, который к эксплуатации в качестве сырья для производства строительных материалов в настоящее время не может быть рекомендован.

После дробления кроме щебня получается доломитовая мука (фракции 0–5 мм), которая условно считается отходом производства. На каждый 1 м³ добытого щебня фракции 10–70 мм образуется 0,32 м³ отходов доломитовой муки [2], что составляет около 24 % от общего объема готовой продукции.

Доломитовая и известняковая мука, образуемая при дроблении и сортировке горной породы, с включениями щебня направляется в отвалы высевок без разделения на виды. Такая смесь относится к готовым песчано-щебеночным смесям – ГПЩС.

В настоящее время на территории ЗАО «Сокское карьероуправление» находятся следующие отвалы ГПЩС:

- отвал ГПЩС-12 (напротив ДСЦ-2, пойма р. Сок) – не действующий;
- отвал ГПЩС-12 («причал» у ДСЦ-1) – не действующий;
- отвал Восточного карьера – действующий.

С 1999 г. по настоящее время на предприятии ведется годовой учет объемов: мягкой вскрыши, добычи, некондиционного сырья и вскрышных пород. Однако оценка объемов на-



Рис. 3. Приречный склад ГПЩС (отход производства щебня)

правляемых в отвалы высевок, площадей под отвалами, объемов использования не проводится.

Большая часть отходов производства размещена в отвалах непосредственно на территории карьера. Отходы дробления Сокского карьероуправления размещаются вдоль левого берега р. Сок и в основном сосредоточены в шести местах на береговой линии длиной 3 км между железнодорожным и шоссейным мостами. Мониторинг объемов накопленных отходов был выполнен в 1979–1985 гг. Исследования проводились под руководством профессора кафедры гидротехнического строительства Куйбышевского инженерно-строительного института Виктора Ильича Гвоздовского в рамках научно-исследовательской работы «Исследование степени загрязненности реки Сок отходами производства Сокского карьероуправления и разработка схем защитных мероприятий» [2].

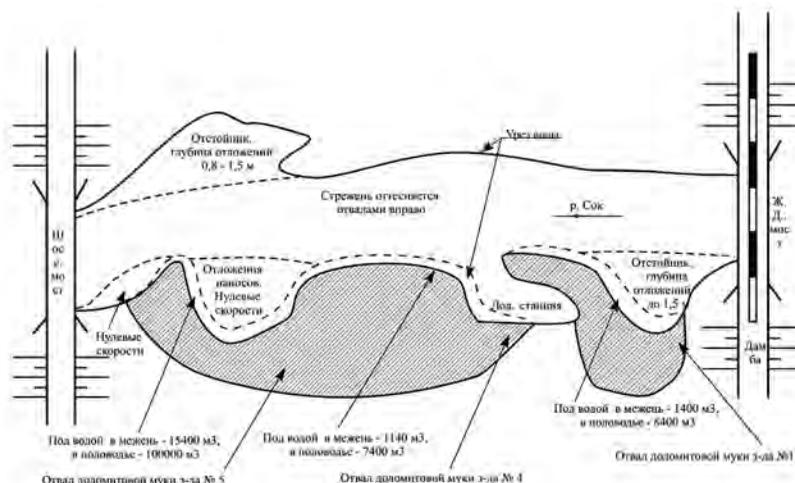


Рис. 4. Схема расположения отвалов доломитовых отходов и расположения отстойников в низовьях р. Сок

Общий объём отходов дробления, распадаемых вдоль береговой линии р. Сок, в 1979 г. составил 3,9 млн. м³ [2]. За период с 1979 по 1982 гг. отвалы напротив ДСЗ № 4 и №5 продвинулись вглубь реки соответственно на 23 и 66 м.

Измерения размеров отвалов заводов № 4 и № 5 показали, что в течение 1984 г. отвалы продвинулись вглубь реки еще на 3–5 м. В 1985 г. местоположение отвалов и количество доломита под водой мало изменилось по сравнению с 1984 г. [4].

По состоянию на 2000 г. площадь, занимаемая отвалами, по сравнению с 1983 г. увеличилась. Увеличилась также площадь, занимаемая отмелями. Такой вывод был сделан в результате анализа карты (масштаб 1:10 000) Сокского месторождения, составленной специалистами Средневолжского аэрогидрогеодезического территориального предприятия. Карта была подготовлена по материалам мензульной съемки местности в 1970, 1983 гг. и обновлена по материалам аэрофотосъемки и полевого обследования местности в 1999–2000 гг.

С 2004 г. мониторинг отходов не проводится, однако постоянное производство щебня, сопровождаемое образованием отходов, и увеличивается площади, занимаемые отходами, подтверждает продолжающуюся динамику их увеличения.

Значительные объемы образованных отходов приводят к ухудшению геоэкологической обстановки при карьерной добыче минерального сырья [5]. Для решения этой проблемы необходим ресурсосберегающий подход [6, 7], основанный на формировании местной сырьевой базы стройиндустрии из природного и техногенного сырья [8].

Известны различные направления использования карбонатных высевок для производства многих строительных материалов: керамических материалов, асфальтобетона, минеральных вяжущих, сухих строительных смесей и др. [9–13]. Для каждого выбранного направления необходимо изучение свойств техногенного сырья, наличие теоретического обоснования роли этого сырья в многокомпонентных композициях, отработка технологических параметров [14].

Выводы. 1. На Сокском карьероуправлении отходы образуются при добыче, дроблении и сортировке горной карбонатной породы в целях получения готовой продукции – щебня.

2. В результате производства щебня образуются две группы отходов:

вскрышные породы и отвалы;

доломитовая и известняковая мука.

3. К вскрышным породам на месторождении относятся все слабые разности доломитов и известняков, поверхностные четвертичные образования, некондиционные прослойки, содержащие глину. Вскрышные породы неоднородны.

4. Доломитовая и известняковая мука, образуемая при дроблении и сортировке горной породы, с включениями щебня направляется в отвалы высевок без разделения на виды. Такая смесь относится к готовым песчано-щебеночным смесям – ГПЩС.

5. Площади, занимаемые отходами Сокского карьероуправления, постоянно расширяются, объем техногенных образований увеличивается.

6. Актуальность разработки отвалов заключается в дефицитности природного сырья и необходимости использования сырья техногенного, что в свою очередь связано с решением экологических проблем.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Объяснительная записка к обзорной карте месторождения строительных материалов Куйбышевской области / Министерство геологии РСФСР. М., 1986. 187 с.

2. Гвоздовский В.И. Научно-технический отчет по теме № 38/79. Исследование степени загрязненности реки Сок отходами производства Сокского карьероуправления и разработка схем защитных мероприятий: промежуточный отчет. Куйбышев, 1979. 109 с.

3. Технологический регламент производства щебня из природного камня для строительных работ ГОСТ 8267-93, готовых песчано-щебеночных смесей ГОСТ 25607-94 и муки известняковой для сельского хозяйства ГОСТ 14050-93. ЗАО «Сокское карьероуправление». Куйбышев, 2001.

4. Гвоздовский В.И. Научно-технический отчет по теме № 38/79. Исследование степени загрязненности реки Сок отходами производства Сокского карьероуправления и разработка схем защитных мероприятий: промежуточный отчет. Куйбышев, 1984. 40 с.

5. Баранова М.Н., Чумаченко Н.Г., Тюриков В.В. Геоэкологические проблемы при карьерной добыче минерального сырья для производства строительных материалов // Градостроительство и архитектура. 2014. Вып. № 1 (14). С. 80–85. DOI: 10.17673/Vestnik.2014.01.14.

6. Чумаченко Н.Г. Ресурсосберегающий подход к сырьевой базе стройиндустрии // Градостроительство и архитектура. 2011. Вып. № 1. С. 112–116. DOI: 10.17673/Vestnik.2011.01.22.

7. Доманин А.Б. Экономика и рациональное природопользование на рубеже веков // Вестн. Моск. ун-та. Сер.6. Экономика. 2000. № 3. С. 54–59.

8. Формирование местной сырьевой базы на основе отходов стройиндустрии с ревизией отвалов и захоронений эксплуатируемых и неэксплуатируемых месторождений Самарской области: отчет о НИР (заключит.): договор 5-1, часть I / СГАСУ; рук. Н.Г. Чумаченко. Самара, 2004. 264 с.

9. Гридчин А.М., Ядыкин В.В. и др. Перспективы использования минеральных порошков из отходов промышленности при производстве асфальтобетона

// Пятые академические чтения РААСН «Современные проблемы строительного материаловедения»: материалы междунар. конф. Самара, 2004. С. 105–108.

10. Ергешев Р.Б., Родионова А.А. и др. Сухие смеси с использованием минеральных отходов промышленности Казахстана // Строительные материалы. 2001. № 11. С. 9–11.

11. Коренькова С., Макридин Г. Применение карбонатных отходов в производстве строительных материалов // Строй-инфо: Строительные материалы. 1998. № 2. С. 25–26.

12. Чернышев Е.М., Потамошнев Н.Д., Кукина О.Б. Портландитовые и портландито-карбонатные бесцементные системы твердения // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2002. № 5 (40). С. 8–9.

13. Шентяпин А.А. Сухие смеси для отделочных и общестроительных работ / СГАСУ. Самара, 2004. 119 с.

14. Дубинецкий В.В., Гурьева В.А., Бутримова Н.В. Особенности подготовки шихты с добавкой карбонатсодержащего отхода бурения в производстве керамического кирпича на основе сутлинков // Строительные материалы. 2019. № 4. С. 12–17. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2019-769-4-12-17>.

REFERENCES

1. *Ob'yasnitel'naya zapiska k obzornoj karte mestorozhdeniya stroitel'nyh materialov Kujbyshevskoj oblasti / Ministerstvo geologii RSFSR* [Explanatory note to the overview map of the field of building materials of the Kuibyshev region / Ministry of Geology of the RSFSR]. Moscow, 1986. 187 p.

2. Gvozdovsky V.I. *Nauchno-tehnicheskij otchet po teme № 38/79. Issledovanie stepeni zagryaznennosti reki Sok othodami proizvodstva Sokskogo kar'eroupravleniya i razrabotka skhem zashchitnyh meropriyatij: Promezhutochnyj otchet* [Scientific and technical report on the topic No. 38/79. Investigation of the degree of contamination of the Sok River with waste from the production of the Sok Quarry Management and the development of protective measures schemes: Interim Report]. Kuibyshev, 1979. 109 p.

3. *Tekhnologicheskij reglament proizvodstva shchebnya iz prirodno go kamnya dlya stroitel'nyh rabot GOST 8267-93, gotovyh peschano-shchebenochnyh smesey GOST 25607-94 i muki izvestnyakovoj dlya sel'skogo hozyaistva GOST 14050-93. ZAO «Sokskoe kar'eroupravlenie»* [Technological regulations for the production of crushed stone from natural stone for construction works GOST 8267-93, ready-made sand-crushed stone mixtures GOST 87-94 and limestone flour for agriculture GOST 14050-93. CJSC «Sok quarry management»]. Kuibyshev, 2001.

4. Gvozdovsky V.I. *Nauchno-tehnicheskij otchet po teme № 38/79. Issledovanie stepeni zagryaznennosti reki Sok othodami proizvodstva Sokskogo kar'eroupravleniya i razrabotka skhem zashchitnyh meropriyatij: Promezhutochnyj otchet* [Scientific and technical report on the topic No. 38/79. Investigation of the degree of contamination of the Sok River with waste from the production of the Sok Quarry

Management and the development of protective measures schemes: Interim Report]. Kuibyshev, 1979. 109 p.

5. Baranova M.N., Chumachenko N.G., Tyurnikov V.V. Geoenvironmental problems in quarrying of mineral raw materials for building materials production. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2014, no. 1 (14), pp. 80-85. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2014.01.14

6. Chumachenko N.G. Resource saving approach to raw material base of building industry. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2011, no. 1, pp. 112-116. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2011.01.22

7. Domanin A.B. Economics and rational nature management at the turn of the century. *Vestnik moskovskogo universiteta* [Moscow University Bulletin], 2000, vol. 6, no. 3, pp. 54-59. (in Russian)

8. *Formirovanie mestnoj syr'evoj bazy na osnove othodov strojindustrii s reviziej otvalov i zahoroneniij ekspluatiruemyh i neekspluatiruemyh mestorozhdenij Samarskoj oblasti: otchet o NIR (zaklyuchit.): dogovor 5-1, chast' I / SGASU* [Formation of a local raw material base based on construction industry waste with an audit of dumps and burials of exploited and non-exploited deposits of the Samara region: research report (concluded): contract 5-1, Part I / SSASU Publ.] Samara, 2004. 264 p.

9. Gridchin A.M., Yadykin V.V. et al. Prospects for the use of mineral powders from industrial waste in the production of asphalt concrete. *Pyatye akademicheskie chteniya RAASN «Sovremennye problemy stroitel'nogo materialovedeniya»* [Fifth academic readings of the RAASN «Modern problems of building materials Science»: materials of the international conference], Samara, 2004, pp. 105-108. (in Russian)

10. Ergeshev R.B., Rodionova A.A. and others. Dry mixes with the use of mineral waste from the industry of Kazakhstan. *Stroitel'nye materialy* [Building materials], 2001, no. 11, pp. 9-11. (in Russian)

11. Korenkova S., Makridin G. The use of carbonate waste in the production of building materials. *Stroitel'nye materialy* [Building materials], 1998, no. 2, pp. 25-26. (in Russian)

12. Chernyshev E.M., Potamoshneva N.D., Kukina O.B. Portlandite and portlandite-carbonate cement-free hardening systems. *Stroitel'nye materialy oborudovanie tekhnologii XXI veka* [Construction materials, equipment, technologies of the XXI century], 2002, no. 5 (40), pp. 8-9. (in Russian)

13. Shentyapin A.A. *Suhie smesi dlya otdelochnyh i obshchestroitel'nyh rabot / SGASU* [Dry mixes for finishing and general construction works / SSASU]. Samara, 2004. 119 p.

14. Dubinetsky V.V., Guryeva V.A., Butrimova N.V. Features of preparation of the charge with the addition of carbonate-containing drilling waste in the production of ceramic bricks based on loams. *Stroitel'nye materialy* [Building materials], 2019, no. 4, pp. 12-17. (in Russian) DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2019-769-4-12-17>.

Об авторах:

ЧУМАЧЕНКО Наталья Генриховна

доктор технических наук, профессор,
заведующая кафедрой производства строительных
материалов, изделий и конструкций
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: uvarovang@mail.ru

ТЮРНИКОВ Владимир Викторович

кандидат технических наук,
доцент кафедры производства строительных
материалов, изделий и конструкций
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: sm-115@mail.ru

КАЛИНИНА Мария Григорьевна

аспирант кафедры производства строительных
материалов, изделий и конструкций
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: uporova97@mail.ru

CHUMACHENKO Natalia G.

Doctor of Engineering Sciences, Professor
Head of the Production of Building Materials, Products
and Structures Chair
Samara State Technical University
Academy of Architecture and Civil Engineering
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244
E-mail: uvarovang@mail.ru

TYURNIKOV Vladimir V.

PhD in Technical Sciences, Associate of the Production of
Building Materials, Products and Structures Chair
Samara State Technical University
Academy of Architecture and Civil Engineering
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244
E-mail: sm-115@mail.ru

KALININA Maria G.

Postgraduate Student 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: uporova97@mail.ru

Для цитирования: Чумаченко Н.Г., Тюрников В.В., Калинина М.Г. Отвалы и захоронения из отходов Сокского карьера карбонатных пород // Градостроительство и архитектура. 2022. Т. 12, № 4. С. 60–66. DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.8.

For citation: Chumachenko N.G., Tyurnikov V.V., Kalinina M.G. Dumps and Landfills from of Carbonate Rock Waste of the River Sok Quarry. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2022, vol. 12, no. 4, pp. 62–66. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.8.



В. Ю. АЛПАТОВ
Е. П. АКРИ
Ж. В. СЕЛЕЗНЕВА

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ОРГАНИЗАЦИИ РЕЦИКЛИНГА ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

IMPROVEMENT OF METHODS FOR ORGANIZING RECYCLING DURING RECONSTRUCTION OF BUILDINGS AND STRUCTURES

Рассмотрена проблематика утилизации строительного мусора при реконструкции зданий и сооружений. Изучены методические подходы к переработке строительных отходов, в том числе рециклинг продуктов переработки бетона и железобетона, который является в настоящее время одним из наиболее приоритетных направлений предпринимательской деятельности строительной отрасли. В качестве возможного проекта выбран мини-завод – дробильно-сортировочный комплекс ДСК-48-13, предлагаемый Обуховской научно-промышленной компанией (Нижний Новгород). Проведен анализ проекта строительства мини-завода по переработке строительных отходов ДСК-48-13 в Самарской области. Обоснована рациональность использования продуктов переработки бетона и железобетона.

Ключевые слова: строительные отходы, рециклинг, реконструкция, бетон, железобетон

Одной из важнейших проблем многих стран, в том числе России, является рост объемов образования производственных отходов, которое нарастает темпами, опережающими их переработку, обезвреживание и утилизацию. Величина отходов за последние 5 лет ежегодно повышалась на 15–30 % и составила в 2020 г. 22 млн. т.

Большое количество отходов нарушает экологическое равновесие и становится источником загрязнения окружающей среды, доля утилизированных отходов составляет всего 3,8 %, а основная часть размещается на свалках.

The problems of utilization of construction waste during the reconstruction of buildings and structures are considered. The methodological approaches to the processing of construction waste are studied, including the recycling of products of processing of concrete and reinforced concrete, which is currently one of the most priority areas of business in the construction industry. As a possible project, a mini-plant was chosen – a crushing and screening complex DSK-48-13, offered by the Obukhov Scientific and Industrial Company of the city of Nizhny Novgorod. An analysis of the project for the construction of a mini-plant for the processing of construction waste DSK-48-13 in the Samara region was carried out. The rationality of using the products of processing of concrete and reinforced concrete is substantiated.

Keywords: construction waste, recycling, reconstruction, concrete, reinforced concrete

Концепцией долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации установлено приоритетным значительное улучшение качества природной среды и экологических условий жизни человека, формирование сбалансированной экологически ориентированной модели развития экономики и экологически конкурентоспособных производств.

В январе 2018 г. была утверждена «Стратегия развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года». В настоящее время в России действуют многочисленные законодательные акты, кото-

рыми регулируются действия с отходами производства, но основным закон в этой сфере был принят Правительством 22 мая 1998 г. – Федеральный закон № 89 «Об отходах потребления и производства». Закон выявил правовые основы относительно промышленных ненужных остатков, которые несут вред человеку и окружающей среде. Дополнительно закон устанавливал, что отходы производства и потребления могут быть вовлечены в добычу дополнительного сырья путем переработки с использованием инновационных технологий. Типы отходов утверждаются в виде списка Правительством Российской Федерации. Предельное количество накопления строительных отходов на объектах их образования, сроки и способы их хранения устанавливаются в соответствии с экологическими требованиями, санитарными нормами и правилами, а также правилами пожарной безопасности.

Однако меры, приведенные в нормативных документах, не снижают остроты проблемы утилизации строительного мусора и следует шире использовать наиболее эффективные способы решения этой задачи – переработку строительных отходов и их рециклинг, который является экономически выгодным процессом возвращения отходов в народное хозяйство. Переработка – это процессы, проводимые с отходами для

получения вторичного сырья. Следует подчеркнуть, что понятие «утилизация» представляет собой не захоронение на свалках, а сбор, сортировку и подготовку производственных отходов ко вторичному использованию.

Источники образования строительных отходов:

- реконструкция 36,9 %;
- капитальный ремонт 58,2 %;
- новое строительство 1,4 %;
- отходы предприятий индустрии 3,5 %.

Российская Федерация накапливает промышленные и бытовые отходы огромными темпами. Так, например, в 2015 г. образовалось 5 млрд. т, в 2020 г. объем накопления отходов составил уже 20 млрд. т. По оценке Росприроднадзора в ближайшие годы этот процесс будет только нарастать. Общий годовой уровень накопления и использования основных видов отходов в России приведен в табл. 1.

Примерно 94 % объема российских твердых коммунальных отходов подвергаются захоронению на полигонах и свалках, 4 % используют в промышленной переработке и всего 2 % термически перерабатываются.

Правительством РФ поставлена цель по снижению объема захоронения и увеличению уровня переработки твердых отходов до 40 % к 2025 г.

Таблица 1

Годовой уровень накопления и использования основных видов отходов в России

Отход	Объем накопления, млн. т	Уровень утилизации, %	Целевой продукт	Доля вторичного сырья в целевом продукте, %
Отходы добычи и обогащения руд	2730,6	351	Строительные материалы	3,6
Шлаки и золы	33,6	15,7	Цемент и другие вяжущие	20,6
Лом черных металлов	29,7	88,3	Сталь	27,0
Древесные отходы	12,6	52,5	Топливо, строительные материалы	10,0
Макулатура	3,14	33,4	Картон-бумага	18,0
Шины автомобильные	0,99	4,7	Резиновые изделия	3,6
Полимерные изделия	0,71	11,8	Пластик	4,2
Стеклобой	0,58	34,1	Стекло	10,0
Твердые бытовые отходы	40,0	3,5	Комплексное использование	-

В сфере строительства образуется от 1500 до 2000 тыс. т строительных отходов: строительный лом от сноса и демонтажа объектов, брак и некондиционная продукция заводов железобетонных изделий, неиспользованные на стройплощадках строительные растворы и смеси, из которых во вторичный песок и щебень перерабатывается всего 70–80 тыс. т, остальные вывозятся на полигоны захоронения строительных отходов [1].

Наибольший опыт переработки строительных отходов накоплен на предприятиях Москвы. В городе данные отходы возникают в основном в результате сноса пятиэтажных домов, построенных в 50–60-е гг., которые были полностью изношены морально и физически. Всего в рамках программы реновации образуется более 53 млн. т строительных отходов, причем планируют перерабатывать до 100 % строительного мусора. Всего организовано более десятка комплексов по утилизации железобетонных отходов, разработана технология «Умный снос», предусматривающая поэтапный разбор дома, включая инженерные коммуникации.

Одним из целесообразных вариантов по утилизации строительных отходов как с технической стороны, так и с экономической является рециклинг. Основные технологические этапы процесса переработки строительного мусора отобраны на рис. 1.

Исследования показали, что объемы переработки строительного мусора при реконструкции зданий и сооружений в Самарской области недостаточны для такого крупного региона.

Причинами низких объемов переработки строительных отходов являются: медленное перевооружение строительных организаций новой техникой вследствие недостаточного производства отечественного оборудования; высокая стоимость импортного оборудования; недостаточная предварительная сортировка строительного лома [2–5].

Авторами отдельно выделены вопросы комплексной переработки бетонного и железобетонного лома с использованием активационных методов, так как в нашей стране ежегодно образуется около 6 млн. т отходов бетона и железобетона, что делает процесс их переработки крайне востребованным.

Схема комплексной переработки бетонного и железобетонного лома с использованием активационных методов представлена на рис. 2.

Обширное практическое применение продуктов переработки бетона и железобетона указывает на высокую степень рациональности данного процесса и целесообразность внедрения проекта организации рециклинга строительных отходов [6].



Рис. 1. Основные технологические этапы процесса переработка строительных отходов

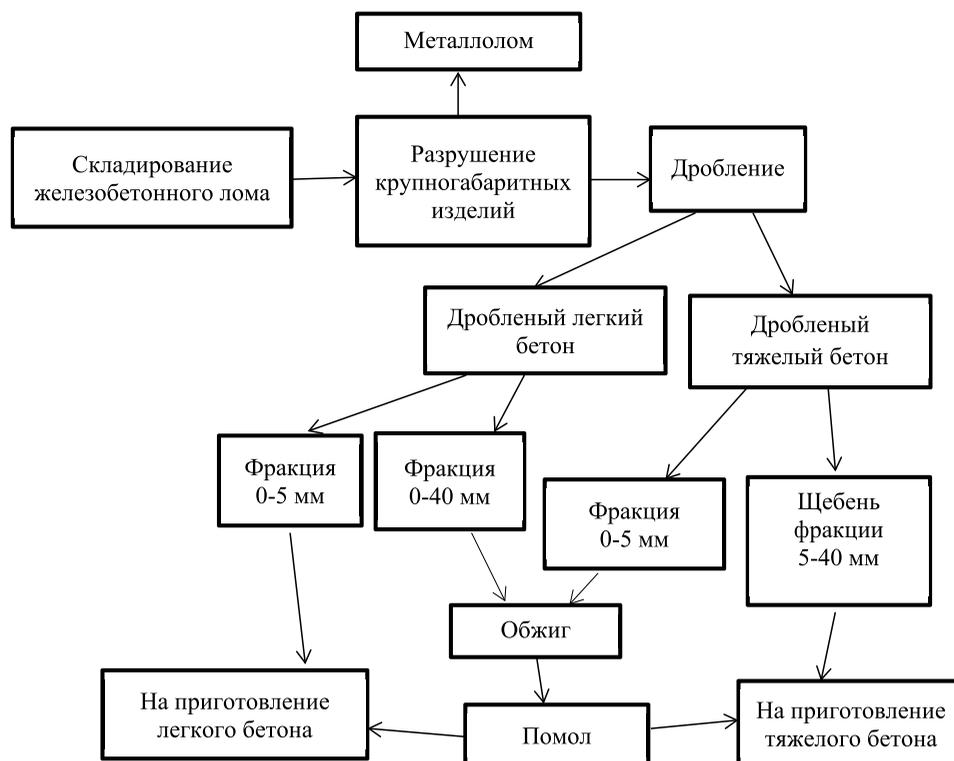


Рис. 2. Схема комплексной переработки бетонного и железобетонного лома

Проведен анализ готового бизнес-решения – мини-завода по переработке строительных отходов, в первую очередь бетонного и железобетонного лома во вторичный щебень, предлагаемый ООО НПО «Обуховская промышленная компания» (Нижний Новгород), на базе дробильно-сортировочного комплекса ДСК-48-13.

Результаты практических исследований, проведенных ООО «НН ПО», выявили незначительное отличие в прочностных характеристиках щебня из бетона и природного камня (табл. 2). При одинаковой жесткости плотность и прочность щебня из дробленого бетона лишь незначительно ниже, чем щебня из природного камня.

В процессе рециклинга бетона и железобетона присутствует мелкая пылевидная фракция – бетонный порошок, используемый для приготовления минеральных добавок в производстве пеногазобетонов и строительных

смесей. Вторичный щебень перерабатывают в минеральный порошок, используемый для приготовления бетонитов, ротбандов и других смесей. Оборудование для переработки вторичного бетона может быть использовано для последующей диверсификации бизнеса.

На рис. 3 представлена схема расположения технологического оборудования дробильно-сортировочного комплекса ДСК-48-13.

Проведен анализ основных стоимостных показателей получения вторичного щебня на ДСК-48-13. Исходные данные для расчета представлены в табл. 3.

Для строительства 1 км дороги III технической категории (пригородные и междугородные дороги, внутридворовые проезды и пешеходные переходы и пр.) нужны песок – 4500 м³ и щебень – 2500 м³. Данные строительные материалы могут быть получены при переработке железобетонного лома без разработки новых карьеров.

Таблица 2

Сравнительные характеристики щебня из дробленого и природного камня

Заполнитель	Жесткость, г/см	Плотность, кг/м ³	Прочность на сжатие, МПа
Щебень из дробленого бетона	5	2410	20,9
Щебень из природного камня	5	2415	21

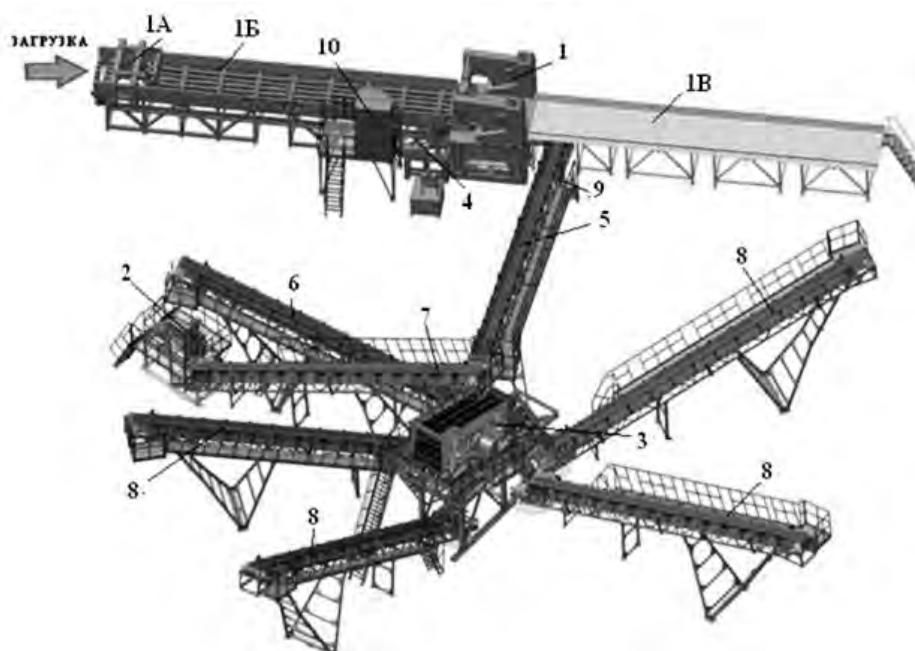


Рис. 3. Схема расположения технологического оборудования ДСК-48-13:
 1 – машина прессово-разрушающая МПР-1500; 2 – агрегат дробления АДШ-210; 3 – агрегат сортировки АС-24 (на раме); 4 – конвейер ленточный КЛЖ 1х5; 5 – конвейер ленточный КЛЖ-0,65х15-3,6; 6 – конвейер ленточный КЛЖ-0,65х15-4,1; 7 – конвейер ленточный КЛЖ-0,65х15-4,1; 8 – конвейер ленточный КЛЖ 0,5х10-3,5; 9 – железотделитель ЭМЖС-065/35 (на раме); 10 – агрегат управления АУ; 11 – кабельная продукция [7]

Таблица 3

Данные для расчета целесообразности
 получения вторичного щебня на ДСК-48-13

Показатель	Ед. изм.	Значение
Стоимость дробильно-сортировочного комплекса ДСК-48-13	млн. р.	35
Габаритные размеры конструкций на переработку, max	мм	12000х1500х600
Производительность по загрузке, ЖБИ и строительных отходов	т/ч	48
Выход по щебню и песку	т/ч	40
Численность обслуживающего персонала	чел.	5
Затраты на зарплату одного рабочего в месяц	р.	45 000
Потребляемая электрическая мощность ДСК	кВт/ч	110
Аренда фронтального погрузчика	р./ч	1 200
Аренда автокрана	р./ч	1 200
Стоимость электроэнергии	р./ч	8
Количество смен в сутки	смены	1-2
Рабочих дней в месяц	дн.	20
Затраты за одну смену работы дробильно-сортировочного комплекса		
Электричество за 8 ч работы	р.	7 040
Зарплата персонала	р.	11 250
Аренда автокрана	р.	9 600
Аренда погрузчика	р.	9 600
Итого затраты	р./смену	37 490

Максимальная производительность ДСК-48-13 по загрузке – 48 т/ч.

Производительность ДСК-48-13 по выходу щебня, номинальная, с учетом отделения металла – 40 т/ч.

Объем производства щебня за смену (8 ч): $40 \times 8 = 320$ т.

Себестоимость вторичного щебня вычисляем, разделив затраты на получаемый объем вторичного щебня: $37\,490 \text{ р.} / 320 \text{ т} \sim 117,16 \text{ р./т.}$

В случае невозможности подключения ДСК-48-13 к линейным энергоносителям, в качестве энергопитающей установки используется автономная дизель-генераторная станция мощностью 150 кВт. Цена такого дизель-генератора в зависимости от страны производителя варьируется от 0,5 млн. р. до 1 млн. р. При максимальном расходе топлива до 35 л/ч и прочих равных условиях максимальное удорожание себестоимости щебня составит до 132 р./т.

Прогнозная стоимость работ по демонтажу зданий и переработке строительных отходов приведена в табл. 4. Дробление производится от 2500 м³.

Доходная часть проекта:

Среднерыночная цена реализации вторичного щебня составляет 500 р./т.

Доход от реализации щебня: $320 \times 500 = 160\,000$ р./смену.

Выход металла – 3–9 % от загружаемой массы (средняя величина 4 % или 1,9 т/ч).

Выход металла за смену – 15,4 т.

Доход от сдачи на металлолом – $15,4 \times 14\,000 = 215\,600$ р./смену.

Прием строительных отходов осуществляется на полигонах по предварительно приобретенным талонам. Стоимость от 120 р./м³, при этом:

- стоимость доставки до полигона самосвалом – 350 р./м³;

- стоимость погрузки самосвала для транспортировки – 85 р./м³;

- стоимость уплаты талона НВОС (негативное воздействие на окружающую среду) 5 класса опасности (при условии наличия подтверждающих документов) – от 120 р./м³.

Итого стоимость вывоза и захоронения 1 м³ строительных отходов – от 555 р./м³.

Прием строительных отходов 1 м³ – 2,5 т.

Утилизация 1 т – 222 руб.

Если не утилизировать, а перерабатывать строительные отходы на ДСК-48-13, то доход от переработки за 1 т составит:

$(375\,600 \text{ р.} - 37\,490 \text{ р.}) / 320 \text{ т} = 1\,057 \text{ р.}$

Сравнение дохода от переработки за сутки при односменной работе на ДСК-48-13 и убытка за утилизацию равного количества отходов – 384 т:

- убыток от утилизации за одну смену: 85 248 р./сут;

- доход от переработки за одну смену: 338 110 р./сут.

Прогнозируемые показатели доходности ДСК-48-13 в зависимости от количества рабочих смен в сутки приведены в табл. 4.

В расчете не учтены региональные экологические сборы и налоговые преференции, которые получает компания-переработчик за утилизацию и переработку строительных отходов.

С учетом дохода от реализации щебня 500 р./т и металла 14 000 р./т., при 100 %-й реализации от общего объема полученного щебня и металла, произведен расчет дохода от реализации вторичного щебня и металла за разные периоды времени (табл. 5).

Таблица 4

Прогнозируемые показатели доходности ДСК-48-13 в зависимости от режима работы, р.

Показатель	Односменный режим работы	Двухсменный режим работы
Объем переработки, т/сут	320	640
Доход от переработки щебня в сутки	160 000	320 000
Доход от сдачи металлолома в сутки	215 600	431 200
Доход суточный	375 600	751 950
Затраты суточные, в том числе электроэнергия	7 040	14 080
Затраты на оплату труда	11 250	22 500
Затраты на эксплуатацию строительных машин (автокрана, экскаватора)	$9\,600 \times 2 = 19\,200$	38 400
Итого затраты в сутки	37 490	74 980
Итого суточный доход	338 110	676 220
Себестоимость 1 т бетонного щебня	117,16	

Таблица 5

Расчет прогнозируемого дохода от реализации вторичного щебня и металла, р.

Период	Одна смена	Две смены
Сутки	338 110	676 220
Месяц	6 762 200	13 524 400
3 месяца	20 286 600	40 573 200
6 месяцев	40 573 200	81 146 400
9 месяцев	60 859 800	121 719 600
1 год	81 146 400	162 292 800

Согласно расчетам окупаемость проекта достигается уже по результатам первых четырех месяцев работы ДСК-48-13 при 100 %-й реализации щебня, песка и металллома.

Таким образом, применение вторичного щебня экономически выгодно, а следовательно, целесообразно приобретение дробильно-сортировочного комплекса ДСК-48-13 для переработки строительных отходов.

Установка ДСК-48-13 позволит получить экономический, экологический и социальный эффект в форме снижения затрат на содержание полигона, транспортировку строительного мусора, сокращение затрат на санитарный контроль полигонов и др.

Вывод. На территориях бывших промышленных зон крупных городов находится большое количество зданий, требующих сноса и демонтажа с целью освобождения территории. Соответственно возникает проблема утилизации строительного мусора. Одним из наиболее эффективных способов решения этой задачи является переработка строительных отходов, остающихся после проведения реконструкции зданий и сооружений.

Рециклинг строительных отходов позволяет эффективнее использовать невозобновляемые природные ресурсы, минимизировать наносимый природе экологический ущерб, сократить себестоимость в условиях реконструкции, поскольку такие отходы становятся экономически выгодным ресурсом, позволяющим осуществить возврат в производство материалов, которые содержатся в строительных отходах: металла, железобетона, бетона, кирпича, древесины, стекла и др.

Поскольку при сносе наиболее крупноразмерными и крупнотоннажными оказываются железобетонные конструкции, то чаще всего на переработку поступает именно бетонный и железобетонный лом. Вторичный щебень, полученный после переработки железобетонного и бетонного лома, имеет прочность ненамного меньше, чем прочность щебня из природного

камня, но при этом значительно дешевле, и, соответственно, именно бетонный щебень лидирует в объемах продаж вторичного щебня.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чулков О.В., Назиров Б.Э. Рециклинг отходов строительства и сноса при реновации территорий и дорожных покрытий крупных городов // Отходы и ресурсы: интернет-журнал. 2018. №4. Т.5 [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://resources.today/issue-4-2018.html> (дата обращения: 12.03.2022).

2. Банникова А.С., Чепелева К.В., Пухова В.В. Рециклинг в строительстве: Проблемы и перспективы развития на территории Восточной Сибири // Современные наукоемкие технологии. 2018. № 10. С. 14–21.

3. Вопросы эколого-экономической оценки инвестиционных проектов по переработке отходов в строительную продукцию / Е.В. Барышевский, Е.Г. Величко, Э.С. Цховребов, У.Д. Ниязгулов // Вестник МГСУ. 2017. № 3 (102). С. 260–272.

4. Королева Л.П. Вклад рециклинга в неоиндустриальное развитие: классификация эффектов // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент. 2017. № 2. С. 29–38.

5. Банникова А.С. Анализ развития индустрии рециклинга строительных материалов в Российской Федерации // Эпоха науки. Технические науки. 2018. № 14. С. 159–165.

6. Рекомендации по переработке и использованию отходов сборного железобетона [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200074915>.

7. Проект организации рециклинга ООО ННПО [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.mspmo.ru/ajax_files/1564652584_Projekt_organizacii_retcklinga.pdf (дата обращения: 12.03.2022).

REFERENCES

1. Chulkov O.V., Nazirov B.E. Recycling of construction and demolition waste during the renovation of territories and road surfaces of large cities. *Internet-zhurnal «Otkhody i resursy»* [Waste and Resources Internet Journal], 2018, vol. 5, no. 4. (in Russian) DOI: 10.15862/06NZOR418

2. Bannikova A.S., Chepeleva K.V., Pukhova V.V. Recycling in construction: Problems and prospects of development in Eastern Siberia. *Covremennye naukoemkie tekhnologii* [Modern High Technologies], 2018, no. 10, pp. 14–21. (in Russian)

3. Barishevsky E.V. Issues of environmental and economic assessment of investment projects for the processing of waste into construction products. *Vestnik MGSU* [Vestnik MGSU], 2017, no. 3 (102), pp. 260–272. (in Russian) Available at: <https://resources.today/issue-4-2018.html> DOI: 10.22227/1997-0935.2017.3.260-272

4. Koroleva L.P. The contribution of recycling to neo-industrial development: classification of effects.

Nauchnyy zhurnal NIU ITMO. Seriya: Ekonomika i ekologicheskiy menedzhment [Scientific Journal NRU ITMO. Series: Economics and Environmental Management], 2017, no. 2, pp. 29-38. (in Russian)

5. Bannikova A.S. Analysis of the development of the building materials recycling industry in the Russian Federation. *Epokha nauki. Tekhnicheskie nauki* [The Age of Science. Technical Sciences], 2018, no. 14, pp. 159-165. (in Russian) DOI: 10.1555/2409-3203-2018-0-14-159-165

6. Recommendations for recycling and use of pre-cast concrete waste. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200074915>

7. Recycling organization project of NNPO LLC. Available at: http://www.mspmo.ru/ajax_files/1564652584_Proekt_organizatcii_retciklinga.pdf

Об авторах:

АЛПАТОВ Вадим Юрьевич

кандидат технических наук, доцент,
заведующий кафедрой технологии и организации
строительного производства
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: avu75@mail.ru

ALPATOV Vadim Yu.

PhD in Engineering Science, Associate Professor, Head of
the Construction Technology and Organization Chair
Samara State Technical University
Academy of Civil Engineering and Architecture
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244
E-mail: avu75@mail.ru

АКРИ Екатерина Петровна

кандидат экономических наук, доцент кафедры
технологии и организации строительного
производства
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: kotay80@mail.ru

ACRI Ekaterina P.

PhD of Economics, Associate Professor, Head of the
College
Samara State Technical University
Academy of Civil Engineering and Architecture
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244
E-mail: kotay80@mail.ru

СЕЛЕЗНЕВА Жанна Владимировна

кандидат экономических наук, доцент кафедры
технологии и организации строительного
производства
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: sjv-74@mail.ru

SELEZNEVA Zhanna V.

PhD of Economics, Associate Professor of the Cost
Engineering and Technical Expertise of Buildings and
Structures Chair
Samara State Technical University
Academy of Civil Engineering and Architecture
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244
E-mail: sjv-74@mail.ru

Для цитирования: Алпатов В.Ю., Акри Е.П., Селезнева Ж.В. Совершенствование методов организации рециклинга при реконструкции зданий и сооружений // Градостроительство и архитектура. 2022. Т. 12, № 4. С. 67–74. DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.9.

For citation: Alpatov V.Yu., Akri E.P., Selezneva Zh.V. Improvement of Methods for Organizing Recycling During Reconstruction of Buildings and Structures. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2022, vol. 12, no. 4, pp. 67–74. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.9.

Ю. С. ВЫТЧИКОВ
И. В. НЕДОСЕКО
М. Е. САПАРЁВ
А. А. ЧУЛКОВ

ПРИБЛИЖЕННЫЙ АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД РАСЧЕТА ПРОЦЕССА ОБОГРЕВА БЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ В ГРЕЮЩИХ ОПАЛУБКАХ

APPROXIMATE ANALYTICAL METHOD FOR CALCULATING THE HEATING PROCESS OF CONCRETE STRUCTURES IN HEATING FORMWORK

Применение электрообогрева бетона при строительстве в зимний период позволяет создать оптимальный тепловой режим, при котором происходит процесс твердения, и получить конструкцию требуемого качества. При разработке системы автоматического управления процессом обогрева необходимо определить закон регулирования мощности нагревателей. В данной статье представлена методика расчета теплового режима обогрева бетонных конструкций в греющих опалубках, сущность которой заключается в сведении краевой задачи теплопроводности к системе эквивалентных интегральных уравнений. Для решения данной задачи было проведено теоретическое исследование процесса теплопереноса в бетонных конструкциях, обогреваемых при зимнем бетонировании, а также представлено математическое описание этого процесса в виде системы дифференциальных уравнений. После преобразований указанной выше системы уравнений и применения к ней функции Грина второго рода для пластины и стержня было получено приближенное решение эквивалентного уравнения. В результате применения асимптотического метода к решению интегрального уравнения получено аналитическое решение рассматриваемой задачи. Полученное решение позволяет определить температурное поле на поверхности бетона, а также величину удельного теплового потока от электронагревателей. С целью автоматизации процесса выполнения теплового расчета обогрева бетонных конструкций с помощью греющих опалубок на основе полученного решения разработана программа расчета температурных полей в греющих опалубках, позволяющая эффективно решать задачи контроля и управления процессом твердения бетона. Разработанная программа позволяет производить расчет температурных полей не только при постоянной мощности нагревателей, но и при ее изменении с помощью регуляторов. Представленная методика теплового расчета с программно-аппаратным комплексом регулирования мощности электронагревателей позволяет решать достаточно широкий круг задач, связанных с поддержанием постоянного температурного поля.

Ключевые слова: тепловой режим, управление процессом твердения, бетон, греющая опалубка, температурное поле, температурный контроль

The use of electric heating of concrete during construction in winter makes it possible to create an optimal thermal regime in which the hardening process takes place, and to obtain a structure of the required quality. When developing a system for automatic control of the heating process, it is necessary to determine the law of regulating the power of heaters. This article presents a method for calculating the thermal heating regime of concrete structures in heating formwork, the essence of which is to reduce the boundary value problem of thermal conductivity to a system of equivalent integral equations. To solve this problem, a theoretical study was carried out, a theoretical study of the heat transfer process in concrete structures heated during winter concreting was carried out, and a mathematical description of this process was presented in the form of a system of differential equations. After the transformations of the above system of equations and the application of the Green function of the second kind to it for the plate and rod, an approximate solution of the equivalent equation was obtained. As a result of the application of the asymptotic method to the solution of the integral equation, an analytical solution of the problem under consideration is obtained. The resulting solution makes it possible to determine the temperature fields on the concrete surface, as well as the value of the specific heat flux from electric heaters. In order to automate the process of performing the thermal calculation of heating concrete structures with the help of heating forms, a program for calculating temperature fields in heating forms has been developed based on the solution obtained, which makes it possible to effectively solve the tasks of monitoring and controlling the concrete hardening process. The developed program makes it possible to calculate temperature fields not only at constant heater power, but also when it changes with the help of regulators. The presented method of thermal calculation with a hardware and software complex for regulating the power of electric heaters allows solving a fairly wide range of tasks related to maintaining a constant temperature field.

Keywords: thermal regime, control of the hardening process, concrete, heating formwork, temperature field, temperature control

Температурный режим при твердении бетона и керамзитобетона, как показано в работах [1, 2], оказывает существенное влияние на нарастание прочности возводимых строительных конструкций. Применение тепловой обработки возводимых конструкций с помощью греющих опалубок с регулируемой мощностью электронагревателей позволяет улучшить их качество в процессе твердения за счет устранения возможных трещин в процессе твердения, снизить энергозатраты, а также в целом ускорить процесс строительства зданий [3, 4].

Изучению и применению обогрева бетона в зимних условиях посвящены работы [5, 6]. Однако при использовании довольно эффективных методов тепловой обработки бетона в построечных условиях имеются свои недостатки, проявляющиеся при обогреве тонкостенных и густоармированных ограждающих конструкций. Неравномерность электрического и температурного полей при бетонировании конструкций с пространственной каркасной арматурой, возможность замыкания электродов на арматуру, значительная потребность электродов, повышенные требования техники безопасности и другие недостатки ограничивают сферу применения электрообогрева [7–9]. Метод, связанный с применением греющих опалубок, лишен большинства этих недостатков. Его основным достоинством является простота производства работ зимой с применением греющей опалубки в сочетании с любым способом ускоренного твердения бетона [10, 11]. При этом экономичность электрообогрева бетона во многом определяется типом электронагревательных устройств. Наиболее экономичными являются электронагреватели, устанавливаемые вплотную к опалубке и передающие через нее тепло бетону [12–14]. Применение такой технологии при возведении монолитных ограждающих конструкций в холодное время года позволяет получить высококачественные изделия. Другие факторы и особенности, влияющие на формирование физико-механических свойств бетонов, представлены в работах [15, 16]. Математическое описание процесса теплопереноса в твердеющих бетонных конструкциях, обогреваемых в холодное время, представлено в работах [17, 18].

Применение термической обработки для интенсификации процесса твердения обуславливает при этом наличие температурно-прочностного контроля. Вопросы, связанные с контролем и управлением процессов термобработки бетона, освещены в работах [19–21]. При решении подобных задач возникает необходимость в определении температурного поля в указанной выше конструкции. Кроме

того, требуется контролировать тепловой режим процесса твердения. В настоящее время эти задачи успешно решаются с применением современных компьютеров и специализированных программ.

Целью проведенного исследования являлась разработка инженерного метода расчета процесса обогрева бетонных конструкций, базирующегося на использовании приближенных аналитических выражений для удельного теплового потока, поступающего от электронагревателей, размещенных на греющей опалубке, а также температур на поверхности и в толще бетона.

Для разработки данного метода были решены следующие задачи:

- теоретическое исследование процесса теплообмена в обогреваемых бетонных конструкциях;
- математическое описание процесса сложного теплопереноса в конструкциях, подвергаемых термической обработке.

С помощью полученных аналитических решений можно определять удельные затраты электрической энергии при тепловой обработке 1 м³ бетона, а также выбрать оптимальные конструктивные характеристики греющей опалубки.

При расчете температурных полей обогреваемых конструкций приняты следующие допущения:

- 1) Температурное поле в конструкции опалубочного щита принимаем одномерное в направлении оси X.
- 2) Температурное поле в исследуемой конструкции является двухмерным.
- 3) Величина тепловыделений в бетоне зависит от времени и температуры.
- 4) Градиент температур по толщине утеплителя принимаем постоянным, поэтому теплопотери определяем приближенно.
- 5) Из-за малости теплоемкости утеплителя и опалубочного щита данной величиной пренебрегаем.

Фрагмент применяемой греющей опалубки изображен на рис.1.

Учитывая вышеизложенные допущения, процесс теплообмена можно описать системой дифференциальных уравнений:

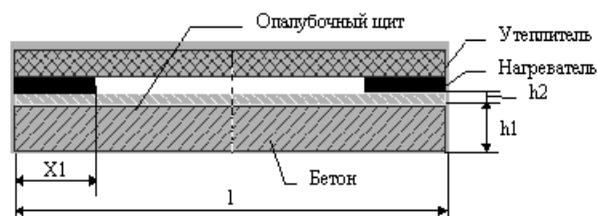


Рис. 1. Фрагмент греющей опалубки

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = a_1(t) \left(\frac{\partial^2 \theta}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \theta}{\partial y^2} \right) + \frac{Q}{c \cdot \rho} \cdot \frac{dQ_3}{dt}; \quad (1)$$

$0 \leq x \leq l; 0 \leq y \leq h_1; t > 0$

$$\lambda_2 \cdot h_2 \cdot \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + q(x, t) - q_1(x, t) - q_2(x, t) = 0; \quad (2)$$

$0 \leq x \leq l; t > 0$

$$q_1(x, t) = -\lambda_1(t) \frac{\partial \theta}{\partial y} \Big|_{y=h_1}; \quad (3)$$

$$q_2(x, t) = k(T - T_f); \quad (4)$$

$$q(x, t) = \begin{cases} q(t); & 0 \leq x \leq x_1; \quad x_2 \leq x; \\ 0; & x_1 \leq x \leq x_2; \end{cases} \quad (5)$$

$$\frac{\partial \theta}{\partial y} \Big|_{y=0} = 0; \quad \frac{\partial \theta}{\partial x} \Big|_{x=0} = \frac{\partial \theta}{\partial x} \Big|_{x=l} = 0; \quad (6)$$

$$\theta(x, y, 0) = \theta_0(x, y); \quad (7)$$

$$\theta(x, h_1, t) = T(x, t); \quad (8)$$

$$\frac{\partial T}{\partial x} \Big|_{x=0} = \frac{\partial T}{\partial x} \Big|_{x=l} = 0; \quad (9)$$

где $\theta = \theta(x, y, t)$; $T(x, t)$ – температура бетона и рассматриваемой опалубки соответственно, °С; $\theta_0(x, y)$; $T_0(x)$ – начальная температура бетона и опалубки соответственно, °С; $\alpha_1(t)$ – коэффициент температуропроводности бетона, м²/ч; $\lambda_1(t)$ – коэффициент теплопроводности бетона, Вт/м·°С; Q – масса цемента в 1м³ бетонной смеси, кг/м³; Q_3 – количество теплоты, выделяемое при гидратации цемента, кДж/кг; $q(x, t)$ – удельный поток теплоты, выделяемый электронагревателями, Вт/м²; $q_1(x, t)$ – удельный тепловой поток, отдаваемый поверхностью бетона, Вт/м²; $q_2(x, t)$ – удельный тепловой поток, отдаваемый поверхностью изоляции, Вт/м²; $2h_1, h_2$ – толщины рассматриваемой бетонной конструкции и греющей опалубки соответственно, м; λ_2 – коэффициент теплопроводности материала опалубки, Вт/(м·°С); l – шаг между нагревателями, м; $2x_1$ – ширина нагревателя, м; k – коэффициент теплопередачи, определяемый по формуле

$$k = \left(\frac{\delta_{из}}{\lambda_{из}} + \frac{1}{\alpha} \right)^{-1}, \text{ Вт/(м}^2\text{·°С)}, \quad (10)$$

где $\delta_{из}$ – толщина теплоизоляции, м; $\lambda_{из}$ – коэффициенты теплопроводности тепловой изоляции, Вт/(м·°С); α – коэффициент теплоотдачи с внешней поверхности теплоизоляции, Вт/(м²·°С).

Теплота, выделяющаяся при гидратации цемента, может быть представлена как произведение функции экзотермии от времени на температуру бетонной смеси

$$Q_3 = f(t)\theta, \quad (11)$$

где $f(t)$ – функция, зависящая от условий рассматриваемого процесса.

Тогда уравнение (1) примет вид

$$F(t) \frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial^2 \theta}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \theta}{\partial y^2} + \varphi(t)\theta, \quad (12)$$

$$\text{где } F(t) = \frac{1 - \frac{Q}{c\rho} f(t)}{a_1(t)}; \quad \varphi(t) = \frac{Q \cdot f'(t)}{c \cdot \rho \cdot a_1(t)}.$$

Введем новую переменную τ и новую функцию $\bar{\theta}$. Тогда уравнение (12) приведем к уравнению с новыми постоянными коэффициентами и запишем в следующем виде:

$$\tau = \int_0^t \frac{d\alpha}{F(\alpha)}; \quad \theta = \bar{\theta} \exp \left[\int_0^\tau \varphi(\alpha) d\alpha \right]. \quad (13)$$

Если функция $\tau(t)$ монотонна, то существует обратная функция

$$t = t(\tau); \quad t(0) = 0; \quad \alpha_1(t) = \alpha_1(\tau); \quad \varphi(t) = \varphi(\tau). \quad (14)$$

Следовательно, вместо (1) – (9) получим:

$$\frac{\partial \bar{\theta}}{\partial \tau} = \frac{\partial^2 \bar{\theta}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \bar{\theta}}{\partial y^2}; \quad (15)$$

$$\lambda_2 h_2 \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + q(x, \tau) - q_1(x, \tau) - q_2(x, \tau) = 0; \quad (16)$$

$$q_1(x, \tau) = -\lambda_1 \frac{\partial \bar{\theta}}{\partial y} \Big|_{y=h_1}; \quad (17)$$

$$\bar{\theta}(x, h_1, \tau) \exp \left[\int_0^\tau \varphi(\alpha) d\alpha \right] = T(x, \tau). \quad (18)$$

Приведем уравнения (15), (16) к эквивалентным уравнениям, используя функцию Грина. Запишем в интегральном виде вторую краевую задачу:

$$\bar{\theta}(x, y, \tau) = \int_0^{\tau} d\alpha \int_0^l q_1(\xi, \alpha) G_1(x, \xi, y, h_1, \tau - \alpha) d\xi + F_1(x, y, \tau). \quad (19)$$

Примем, что $y = h_1$, тогда получим:

$$\bar{\theta}(x, h_1, \tau) = \int_0^{\tau} d\alpha \int_0^l q_1(\xi, \alpha) G_1(x, \xi, h_1, h_1, \tau - \alpha) d\xi + F_1(x, h_1, \tau); \quad (20)$$

где $F_1(x, y, \tau) = \int_0^l G_1(x, \xi, \tau) \theta_0(\xi, y) d\xi$; $G_1(x, \xi, y, \eta, \tau) = G_1(x, \xi, \tau) G_1(y, \eta, \tau)$;

$G_1(x, \xi, \tau)$, $G_1(y, \eta, \tau)$ – функции Грина второго рода для пластины и стержня.

Уравнения (15) – (18), (20) описывают систему интегро-дифференциальных уравнений относительно функции

$$\bar{\theta}(x, h_1, \tau), T(x, \tau), q(x, \tau), q_1(x, \tau).$$

Для получения приближенного решения уравнения (20) применим асимптотический метод. Тогда получим:

$$\bar{\theta}(x, h_1, \tau) = q_1(x, \tau) \Gamma(x, \tau) + F_1(x, \tau); \quad (21)$$

где $\Gamma(x, \tau) = \int_0^{\tau} d\alpha \int_0^l G_1(x, \xi, h_1, h_1, \tau - \alpha) d\xi$.

Выражение, описывающее тепловой поток $q_1(x, \tau)$, найдем из уравнения (21). Далее подставим это выражение в уравнение (16). Таким образом, получим дифференциальное уравнение относительно функции $T(x, \tau)$, решение которого можно записать с помощью функции Грина в следующем виде:

$$T(x, \tau) = \int_0^l G_2(x, \xi, \tau) R(\xi, \tau) d\xi, \quad (22)$$

$$G_2(x, \xi, \tau) = \begin{cases} \frac{ch(px)ch[p(l-\xi)]}{psh(pl)}; & 0 \leq x \leq \xi; \\ \frac{ch(p\xi)ch[p(l-x)]}{psh(pl)}; & \xi \leq x \leq l; \end{cases}$$

$$p = \sqrt{\frac{1}{\lambda_2 h_2} \left[k + \frac{f}{\Gamma(x, \tau)} \right]}; \quad f = \exp \left[- \int_0^{\tau} \phi(\alpha) d\alpha \right];$$

$$R(x, \tau) = - \frac{1}{\lambda_2 h_2} \left[\frac{F_1(x, \tau)}{\Gamma(x, \tau)} + kT_f + q(x, \tau) \right].$$

Тогда для температуры поверхности бетона приближенное решение нестационарной задачи имеет следующий вид:

при $0 \leq x \leq x_1$

$$v(x, \tau) = \frac{q}{\lambda_2 h_2 p^2 sh(pl)} \left\{ \frac{sh(pl) + ch(px)sh(px_1) - ch(px)sh[p(l-x_1)]}{sh(pl)} \right\}; \quad (23)$$

при $x_1 \leq x \leq l/2$

$$v(x, \tau) = \frac{q}{\lambda_2 h_2 p^2 sh(pl)} \left\{ \frac{ch[p(l-x)]sh(px_1) - ch(px)sh(px_1)}{sh(pl)} \right\}; \quad (24)$$

$$\partial(\tau) = \frac{a\tau}{h_1} + \frac{2h_1}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2} \left[1 - \exp \left(- \frac{n^2 \pi^2}{h_1^2} a\tau \right) \right], \quad (25)$$

где $v(x, \tau) = T - T_0$ – избыточная температура опалубки, равная температуре поверхности бетона, °C; T_0 – начальная температура бетона и опалубки, °C; q – удельный поток от электронагревателей, рассчитываемый по следующему выражению:

$$q(\tau) = \frac{v(0, \tau) \lambda_2 h_2 p^2 sh(pl)}{sh[p(l-x_1)] - sh(pl) - sh(px_1)}, \quad (26)$$

где $2h_1, h_2$ – толщина бетонной конструкции и опалубки соответственно; λ_1, λ_2 – коэффициенты теплопроводности бетона и материала опалубки соответственно, Вт/(м°C); a – коэффициент температуропроводности бетона, м²/ч; $2x_1$ – ширина нагревателя, м; l – шаг между нагревателями, м.

Таким образом, разработана методика на основе фундаментального решения (функция Грина). Разработанная методика может быть применена для решения широкого круга задач, связанных с процессом теплопередачи. В результате усложнение выражения функции Грина увеличит затраты на вычислительный процесс.

Полученное в формулах (24) и (25) решение позволяет определить температурные поля на поверхности бетона. Выражение (26) позволяет определить величину удельного теплового потока от электронагревателей. Однако при ручном счете затрачивается достаточно много времени. С целью автоматизации процесса выполнения теплового расчета обогрева бетонных конструкций с помощью греющих опалубок и сетчатых нагревателей разработана специализированная компьютерная программа «Тепло», написанная на Borland Delphi 7.

Алгоритм данной программы состоит из следующих этапов:

- ввод исходных данных, которые включают теплофизические характеристики материалов опалубки, бетонной смеси и утеплителя, а также геометрические размеры применяемой опалубки и ограждающей конструкции;
- задание графика термообработки монолитного бетона или керамзитобетона;
- определение закона регулирования мощности нагревателей с учетом тепловыделений при гидратации цемента;
- расчет температурных полей на поверхности бетона.

Расчет греющей опалубки выполняется в следующей последовательности. Для заданной конструкции наружной стены определяется требуемая толщина слоя стены из монолитного керамзитобетона. Далее выполняется расчет электрических параметров сетчатых нагревателей. Вначале производится выбор конструкции греющего щита или греющего покрывала. Основными элементами греющих щитов или покрывал является палуба или основа сетчатых электронагревателей, а также электро- и теплоизоляция. Сетчатый нагреватель представляет собой тканую металлическую сетку (стальную или латунную), состоящую из продольных нитей (основы) и поперечных (уток). Металлическая сетка в щитах и покрывалах используется в виде отдельных полос одинаковой ширины 10–30 см, нарезанных вдоль основы сетки, размещаемых на расстоянии 5–20 см друг от друга. Соединение полос осуществляется последовательно с помощью металлических шин (рис. 2).

Греющее покрывало состоит из нагревательного элемента, укрепленного на основе, электро- и теплоизоляционного слоя, помещенных в наружную оболочку из прочного, термостойкого, влагонепроницаемого материала. Конструкция прошивается стеклотканью с последующей отделкой отверстий для токовыводящих шин. В качестве теплоизоляции можно использовать стекловату и базальтовую минвату.

Конструирование сетчатого нагревателя заключалось в выборе материала сетки, ширины

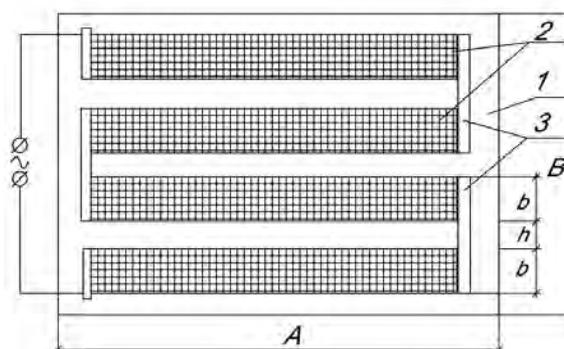


Рис. 2. Схема раскладки сетчатого электронагревателя в греющем устройстве: 1 – палуба устройства; 2 – элементы сетчатого электронагревателя; 3 – коммутационные шины

полос сетки и расстояний между ними. В качестве нагревателей применяются сетки, выпускаемые промышленностью. Самыми распространенными в настоящее время являются стальные сетки. Ширина сетки составляла 20 см.

Расчет мощности сетчатых нагревателей производился в следующей последовательности:

- определялся модуль обогреваемой поверхности бетона;
- рассчитывалось время подъема температуры;
- определялась продолжительность изотермического выдерживания бетона по рис. 3 в зависимости от его максимальной температуры, применяемого цемента и требуемой к концу тепловой обработки прочности цемента, руководствуясь исследованиями, проведенными в НИИЖБ им. А. А. Гвоздева;
- при помощи программы «Тепло» выполнялся расчет удельных тепловых потоков и температур на поверхности обогреваемой бетонной конструкции;
- определялась величина удельных энергозатрат на термообработку 1 м³ бетона;
- вычислялись энергетические параметры 1 м сетчатого нагревателя;
- определялись энергетические характеристики принятого источника питания (напряжение и сила тока).

Данная программа позволяет производить расчет температурных полей не только при постоянной мощности нагревателей, но и при ее изменении с помощью регуляторов.

По изложенной выше методике был выполнен расчет теплового режима наружных стен из керамзитобетона. При расчете были приняты следующие исходные данные:

- термообработка керамзитобетонных стен жилого дома производилась в термоактивной опалубке толщиной 0,3, 0,4, 0,5 и 0,6 м;

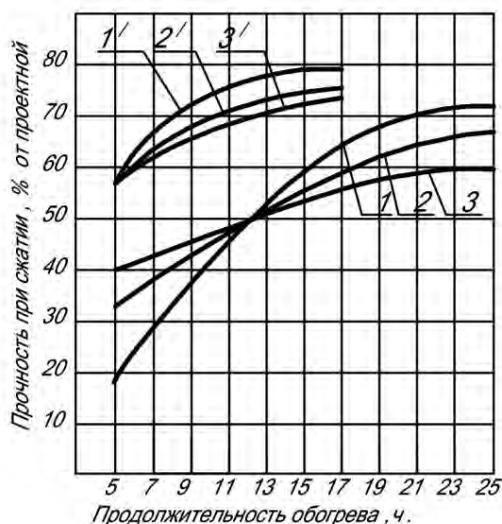


Рис. 3. Характер нарастания прочности бетона (подвижности бетонной смеси 4–6 см) на цементе марки 400 при температуре тепловой обработки 65 °С (1, 2, 3) и 85 °С (1', 2', 3'):

- 1–1' – на портландцементе;
- 2–2' – на шлакопортландцементе;
- 3–3' – на быстротвердеющем цементе

- начальная температура бетона принималась равной $T_0 = 10\text{ }^\circ\text{C}$;
- температура наружного воздуха $t_n = -28\text{ }^\circ\text{C}$;
- керамзитобетон марки М200 на портландцементе М400;
- прочность по окончании термообработки принималась равной 40 % R_{28} ;
- принят опалубочный щит с установленными сетчатыми электронагревателями из стальной сетки с шириной полос 0,2 м и длиной 2,5 м;
- электронагреватели поверху закрыты слоем минеральной ваты и металлическим листом толщиной 1 мм;
- шаг по координате x принят равным 0,01 м;
- шаг по времени принят равным 0,5 ч;
- принят двухстадийный режим обогрева: подъем температуры до $T_{\max} = 90\text{ }^\circ\text{C}$ и изотермическое выдерживание.

Расчет производился в следующей последовательности:

1. Определялась продолжительность периода подъема температуры керамзитобетона:

$$\tau_1 = \frac{T_{\max} - T_0}{W},$$

где W – скорость подъема температуры, принимаемая равной 11,4 °С/ч;

$$\tau_1 = \frac{90 - 10}{11,4} = 7\text{ ч.}$$

2. Определялась средняя температура керамзитобетона в период разогрева:

$$t_1 = \frac{T_{\max} + T_0}{2} = \frac{90 + 10}{2} = 50\text{ }^\circ\text{C}.$$

3. Устанавливался период изотермического выдерживания в зависимости от условий набора керамзитобетоном прочности 40 % R_{28} . В рассматриваемом примере $\tau_2 = 10\text{ ч}$.

4. Продолжительность остывания керамзитобетона до 0 °С определялась по допустимой скорости остывания конструкции 10 °С/ч:

$$\tau_3 = \frac{90 - 0}{10} = 9\text{ ч.}$$

5. Таким образом, режим термообработки принят 7 + 10 + 9 = 26 ч.

Перечисленные выше данные заносились в программу расчета «Тепло».

С помощью описанной программы был получен график изменения теплового потока электронагревателей во времени (рис. 4).

График изменения теплового потока в процессе термообработки керамзитобетона, представленный на рис. 4, свидетельствует о том, что через 3 ч удельный тепловой поток достигает максимального значения (123,2 – 132,5 Вт/м²), что связано с аккумуляцией тепловой энергии при твердении керамзитобетона. Далее наблюдается его снижение до значения 56 Вт/м², компенсирующее теплопотери через изолированную опалубку.

Используя данные, представленные на рис. 4, был определен удельный расход электроэнергии на термообработку 1 м³ керамзитобетона по формуле

$$q_y = \frac{2x_1 \int_0^{\tau} q(\tau) d\tau}{10^3 h_1 l}, \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^3,$$

где x_1 – ширина нагревателя, м; h_1 – толщина бетонной конструкции, м; l – расстояние между нагревателями, м.

Результаты расчета удельного расхода электроэнергии на термообработку 1 м³ керамзитобетонной наружной стены приведены в таблице.

Результаты расчета удельного расхода электроэнергии

Толщина керамзитобетонной наружной стены, м	Удельный расход электроэнергии q_y , кВт·ч/м ³
0,3	8,63
0,4	6,72
0,5	5,50
0,6	4,61

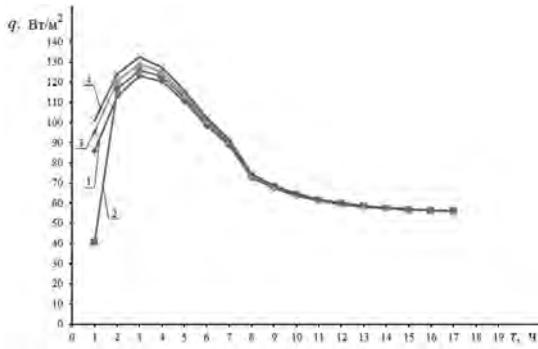


Рис. 4. График изменения теплового потока в процессе термообработки:
1 – для стены толщиной 0,3 м;
2 – для стены толщиной 0,4 м;
3 – для стены толщиной 0,5 м;
4 – для стены толщиной 0,6 м

Анализируя данные, приведенные в таблице, можно сделать вывод о том, что с увеличением толщины керамзитобетонной наружной стены удельный расход электроэнергии на термообработку 1 м^3 керамзитобетона уменьшается за счет теплоты гидратации цемента.

Также были получены температурные поля на поверхности наружной стены из керамзитобетона (рис. 5).

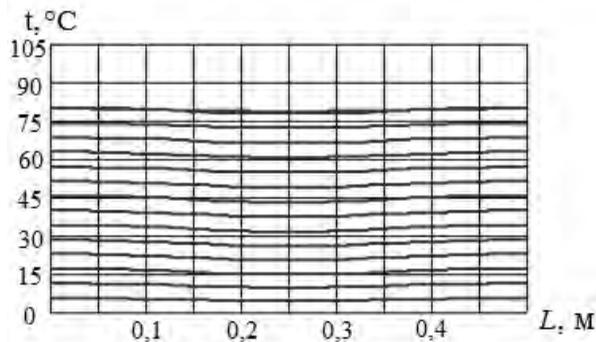


Рис. 5. Распределение избыточных температур на поверхности наружной стены из керамзитобетона

Из рис. 5 видно, что максимальный перепад температур на поверхности обогреваемой наружной стены составляет лишь $2 \text{ }^\circ\text{C}$, что исключает возможность образования трещин из-за термических напряжений.

Возможность регулирования мощности электронагревателей позволяет сократить затраты энергии и обеспечить равномерное температурное поле в обогреваемой конструкции на протяжении всего процесса термообработки. В этом случае происходит уменьшение температурных градиентов, в результате чего

осуществляется равномерный прогрев бетона и повышается его качество.

Полученное с помощью функции Грина аналитическое решение позволяет определить температуру на поверхности бетона. Практическое применение полученной зависимости при ручном счете весьма затруднено и требует много времени. Поэтому наиболее обоснованным является применение машинного счета и разработка соответствующих компьютерных программ.

Разработанная программа «Тепло» позволяет успешно решать эту задачу. Результат расчета, представленный на рис. 3, показывает, что заданная прочность конструкции достигается к концу остывания. Такой режим термообработки рекомендуется применять для конструкций с $M_{\text{п}} = 3-7$.

Приведенное выше аналитическое решение для определения температуры на поверхности обогреваемой конструкции дает возможность осуществления эффективного контроля и управления процессом термообработки бетона. При этом для конкретных условий бетонирования задается управляющая функция.

Выводы. В результате решения задачи теплопереноса с применением функции Грина 2-го рода для бетонных конструкций и греющих опалубок получена аналитическая зависимость для определения температуры на поверхности бетона.

На основе полученного решения разработана программа расчета температурных полей на поверхности бетонной конструкции при его термообработке в греющих опалубках. Данная программа позволяет производить расчет температурных полей не только при постоянной мощности нагревателей, но и при ее изменении с помощью регуляторов.

Данные теплового расчета греющей опалубки позволили получить закон регулирования мощности сетчатых нагревателей при максимальной температуре нагрева, равной $80 \text{ }^\circ\text{C}$. Продолжительность изотермического выдерживания при этом составила 8 ч, а время остывания – 9 ч. Температурные градиенты при таком регулировании мощности уменьшаются, что обеспечивает более равномерный прогрев бетона и повышает его качество. Кроме того, сокращаются затраты энергии и обеспечивается равномерное температурное поле в обогреваемой конструкции на всем протяжении термообработки.

Результаты программного расчета показали хорошую сходимость с результатами теоретических и экспериментальных исследований других авторов. Полученная методика и разработанная на ее основе программа могут быть

рекомендованы при проектировании обогреваемых при твердении бетонных конструкций, а также при разработке системы автоматического управления процессом обогрева.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аханов В.С. Электротермия в технологии бетона. Махачкала: Дагестанское книжное издательство, 1971. 252 с.

2. Сокова С.Д. Зимнее бетонирование монолитных конструкций. М., 2013. 56 с.

3. Зиневич Л.В., Галумян А.В. Скоростное монолитное домостроение: условия достижения высоких темпов строительства и качества бетона получаемых конструкций // Бетон и железобетон. 2009. №5. С. 23–26.

4. Мавлюбердинов А. Р., Сунгатуллина Г. А. Изучение процессов твердения бетонной смеси в термоактивной опалубке // Вестник технологического университета. 2015. Т.18, №7. С. 181–183.

5. Миронов С.А. Теория и методы зимнего бетонирования. 3-е изд. М.: Стройиздат, 1975. 700 с.

6. Осипов А.М. Бетонирование при низких температурах // Инженерный вестник Дона. 2012. №4 (ч 2). Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n4p2y2012/1306>.

7. Виноградова Е.В. Проблемы управления качеством бетонных работ // Инженерный вестник Дона. 2012. №3. Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n3y2012/1001>.

8. Усов Б.А. Бетонирование монолитных конструкций из литых смесей в зимних условиях // Системные технологии. 2016. №4. С. 5–17.

9. Costantino Mennea, Jaime Mata-Falcón, Freek P. Bos, Gieljan Vantuyghem, Liberato Ferrara, Domenico Asprone, Theo Salet, Walter Kaufmann, Opportunities and challenges for structural engineering of digitally fabricated concrete, Cement and Concrete Research. Vol. 133. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2020.106079>.

10. Krylov B. A. Temperature Influence on Concreting Structures and Its Hardenings // International Symposium in Japan E&FN Spook. 1995. Vol. 2. Pp. 917–925.

11. Крылов Б. А. и др. Руководство по прогреву бетона в монолитных конструкциях. М., 2005. 275 с.

12. Долодов М. Ю., Долодов Ю. И. Программа для расчета обогрева бетона при зимнем бетонировании // Строительный вестник Российской инженерной академии. 2006. Вып. 7. С. 52–56.

13. Anja Estensen Klausen, Terje Kanstad and Øyvind Bjøntegaard, Hardening Concrete Exposed to Realistic Curing Temperature Regimes and Restraint Conditions: Advanced Testing and Design Methodology, Advances in Materials Science and Engineering. Vol. 2019. 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/9071034>.

14. Vishwanath P. Singh1, Huseyin O. Tekin, Nagappa M. Badiger1, Tubga Manici, Elif E. Altunsoy, Effect of Heat Treatment on Radiation Shielding Properties of Concretes, Journal of Radiation Protection and Research. Vol. 43. Issue 1. 2018. Pp 20-28. <https://doi.org/10.14407/jrpr.2018.43.1.20>.

15. Теличенко В.И. Технология строительных процессов. М., 2005. 392 с.

16. Имайкин Д. Г., Ибрагимов Р. А., Мартынов М. М., Сунгатуллина А. Р. Технология зимнего бетонирования строительных конструкций с применением термоактивной опалубки // Вестник КГТУ. 2014. №24. С. 96–99.

17. Гныря А.И., Коробков С.В. Технология бетонных работ в зимних условиях. Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2011. 412 с.

18. Chi-Hyung Ahn, Jinbok Lee, Dong-Jin Kim, Hyun-Oh Shin, Development of a Novel Concrete Curing Method Using Induction Heating System, Sci. 2021, 11(1), <https://doi.org/10.3390/app11010236>, <https://www.mdpi.com/2076-3417/11/1/236/htm>.

19. Galitskov S.Y., Galitskov K.S., Bolkhovetsky A.S., Modeling the process of autoclaving treatment of cellular concrete products as control object // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. International Scientific Conference Interstroyemeh. ISM 2019. 2019.

20. Perfilov V.A., Gabova V.V., Tomareva I.A. Impact of superplasticizing agents on physical and mechanical properties of cellular concrete // Materials Science Forum. 2020. Vol. 974. Pp. 181–186.

21. Kuchin V.N., Shilonosova N.V. Features of peripheral heating of monolithic reinforced concrete structures // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2018.

REFERENCES

1. Akhanov V.S. *Elektrotermiya v tekhnologii betona* [Electrothermia in concrete technology]. Makhachkala, Dagestanskoe knizhnoe izdatel'stvo, 1971. 252 p.

2. Sokova S.D. *Zimnee betonirovanie monolitnykh konstruktсий* [Winter concreting of monolithic structures]. Moscow, 2013. 56 p.

3. Zinevich L. V., Galumyan A. V. High-speed monolithic housing construction: conditions for achieving high rates of construction and quality of concrete of the resulting structures. *Beton i zhelezobeton* [Concrete and Reinforced Concrete], 2009, no. 5, pp. 23-26. (in Russian)

4. Mavlyuberdinov A. R., Sungatullina G. A. Studying the processes of concrete mixture hardening in thermoactive formwork. *Vestnik tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Technological University], 2015, vol.18, no. 7, pp. 181-183. (in Russian)

5. Mironov S.A. *Teoriya i metody zimnego betonirovaniya* [Theory and methods of winter concreting]. 3rd ed. Moscow, Stroyizdat, 1975. 700 p.

6. Osipov A.M. Concreting at low temperatures. *Inzhenernyy vestnik Dona* [Engineering Bulletin of the Don], 2012, no. 4 (Part 2). (in Russian)

7. Vinogradova E.V. Problems of quality management of concrete works // *Inzhenernyy vestnik Dona* [Engineering Bulletin of the Don], 2012, no 3. (in Russian)

8. Usov B.A. Concreting of monolithic structures from cast mixtures in winter conditions. *Sistemnyye tekhnologii* [System technologies], 2016, no. 4, pp. 5-17. (in Russian)

9. Costantino Mennaa, Jaime Mata-Falcón, Freek P. Bos, Gieljan Vantyghem, Liberato Ferrara, Domenico Asprone, Theo Salet, Walter Kaufmann, Opportunities and challenges for structural engineering of digitally fabricated concrete. *Cement and Concrete Research*, 2020, vol. 133.
10. Krylov V. A. Temperature Influence on Concreting Structures and Its Hardenings. International Symposium in Japan E&FN Spook, 1995, vol. 2, pp. 917-925.
11. Krylov B. A. et al. *Rukovodstvo po progrevu betona v monolitnykh konstruksiyakh* [Manual for heating concrete in monolithic structures]. Moscow, 2005. 275 p.
12. Doladov M. Yu., Doladov Yu. I. Program for calculating concrete heating during winter concreting. *Stroitel'nyy vestnik Rossiyskoy inzhenernoy akademii* [Construction Bulletin of the Russian Engineering Academy], 2006, vol. 7, pp. 52-56. (in Russian)
13. Anja Estensen Klausen, Terje Kanstad and Øyvind Bjøntegaard. Hardening Concrete Exposed to Realistic Curing Temperature Regimes and Restraint Conditions: Advanced Testing and Design Methodology. *Advances in Materials Science and Engineering*, 2019.
14. Vishwanath P. Singh¹, Huseyin O. Tekin, Nagappa M. Badiger¹, Tubga Manici, Elif E. Altunsoy, Effect of Heat Treatment on Radiation Shielding Properties of Concretes. *Journal of Radiation Protection and Research*, 2018, vol. 43, no. 1, pp. 20-28.
15. Telichenko V.I. *Tekhnologiya stroitel'nykh protsessov* [Technology of construction processes]. Moscow, 2005. 392 p.
16. Imaykin D. G., Ibragimov R. A., Martynov M. M., Sungatullina A. R. Technology of winter concreting of building structures using thermoactive formwork. *Vestnik KGTU* [Bulletin of KSTU], 2014, no. 24, pp.96-99. (in Russian)
17. Gnyrya A.I., Korobkov S.V. *Tekhnologiya betonnykh rabot v zimnikh usloviyakh* [Technology of concrete works in winter conditions]. Tomsk: Publishing House of the Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering, 2011. 412 p.
18. Chi-Hyung Ahn, Jinbok Lee, Dong-Jin Kim, Hyun-Oh Shin, Development of a Novel Concrete Curing Method Using Induction Heating System. *Science*, 2021, no. 11(1).
19. Galitskov S.Y., Galitskov K.S., Bolkhovetsky A.S. Modeling the process of autoclaving treatment of cellular concrete products as control object. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. International Scientific Conference Interstroyemeh. ISM 2019, 2019. (in Russian)
20. Perfilov V.A., Gabova V.V., Tomareva I.A. Impact of superplasticizing agents on physical and mechanical properties of cellular concrete. *Materials Science Forum*, 2020, vol. 974, pp. 181-186.
21. Kuchin V.N., Shilonosova N.V. Features of peripheral heating of monolithic reinforced concrete structures. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2018.

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

VYTCHIKOV Yuri S.

PhD in Engineering Science, Professor 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: git.2008@mail.ru

НЕДОСЕКО Игорь Вадимович

доктор технических наук, профессор кафедры строительных конструкций Уфимский государственный нефтяной технический университет Архитектурно-строительный институт 450080, Россия, г. Уфа, ул. Менделеева, 195 E-mail: nedoseko1964@mail.ru

NEDOSEKO Igor' V.

Doctor of Technical Sciences, Professor of the Building Structures Chair Ufa State Petroleum Technical University Architectural and Construction Institute 443100, Russia, Ufa, Mendeleev str., 195 E-mail: nedoseko1964@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 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: msx072007@yandex.ru

ЧУЛКОВ Александр Анатольевич

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

ChULKOV Aleksandr A.

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

Для цитирования: *Вытчиков Ю.С., Недосеко И.В., Сапарёв М.Е., Чулков А.А. Приближенный аналитический метод расчета процесса обогрева бетонных конструкций в греющих опалубках // Градостроительство и архитектура. 2022. Т. 12, № 4. С. 75–84. DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.10.*

For citation: *Vytchikov Yu.S., Nedoseko I.V., Saparev M.Ye., Chulkov A.A. Approximate Analytical Method for Calculating the Heating Process of Concrete Structures in Heating Formwork. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2022, vol. 12, no. 4, pp. 75–84. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.10.*

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



УДК 72.03

DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.11

А. Г. ВАЙТЕНС

АЛЕКСАНДР ИВАНОВИЧ НАУМОВ – ВЫДАЮЩИЙСЯ ГРАДОСТРОИТЕЛЬ ЛЕНИНГРАДА: ГРАНИ ТВОРЧЕСТВА (1930–1980-е гг.)

ALEXANDER NAUMOV IS AN OUTSTANDING LENINGRAD
URBAN PLANNER: FACETS OF ART (1930–1980S)

Статья посвящена различным сторонам творчества и общественной деятельности А. И. Наумова (1907–1997) – градостроителя, теоретика и педагога, одного из создателей послевоенных генеральных планов Ленинграда, по которым этот город развивался до конца 1980-х гг. Особое внимание уделено раскрытию роли А. И. Наумова как теоретика градостроительства.

This article is devoted to the facets of art and public activities of Alexander Naumov (1907–1997), an urban planner, scientist and teacher. He was one of the authors of the post-war General Plans of Leningrad, according to which the city developed up to the end of the 1980s. Special attention is paid to the role of A.I. Naumov as a theorist of urban planning.

Ключевые слова: генеральные планы, архитекторы-градостроители, территория города, население города, градообразующая основа, система расселения, города-спутники

Keywords: General Plans, architects-planners, city territory, city population, city forming foundation, system of settling, cities-satellites

В этом году исполняется 115 лет со дня рождения Александра Ивановича Наумова – известного архитектора-градостроителя Ленинграда. О нем написана не одна статья. Все они носят описательно-биографический характер, что безусловно важно, но далеко не полно. А. И. Наумов был фигурой многогранной, и ему вполне бы подошло определение: градостроитель, общественный деятель, ученый и педагог. Но главное – ГРАДОСТРОИТЕЛЬ, чье творчество было неразрывно связано и во многом определяло развитие Ленинграда в 1930–1980-х гг. Целью данной статьи является раскрытие научных сторон его творчества.

В творческом пути А. И. Наумова можно выделить несколько периодов: 1930-е гг. – время профессионального становления; 1940-е – работа над градостроительным восстановлением послевоенного Ленинграда; 1950-е – разработка Генпланов Ленинграда в условиях перехода на массовое индустриальное жилищное строительство; 1960-е – этапы разработки Генераль-



НАУМОВ
Александр Иванович

ного плана развития Ленинграда и Пригородной зоны 1966 г.; 1970-е гг. – начало реализации этого наиболее успешного градостроительного документа, определившего развитие Ленинграда до конца 1980-х гг.

Рассматривая стороны творческой деятельности А. И. Наумова, необходимо выделить его идеи по совместному агломерационному градостроительному развитию города и области с учетом особенностей этих территорий, его научный вклад в градостроительство города на Неве.

Особая тема – это роль Александра Ивановича Наумова как градостроителя-педагога в архитектурной школе ЛИСИ, воспитавшего несколько поколений архитекторов. Без биографических данных и общеисторического контекста все-таки не обойтись [4].

А. И. Наумов родился в августе 1907 г. в Тульской области. В 1926–1929 гг. учился в Московском топографическом техникуме. В 1931-м поступил на архитектурный факультет Ленинградского института инженеров коммунального строительства (ЛИИКС). Курс обучения проходил на кафедре планировки населенных мест, которую с 1926 г. возглавлял проф. А. П. Иваницкий, один из ведущих градостроителей страны.

В 1935 г. был объявлен открытый конкурс на эскизный проект планировки Ленинграда. А. И. Наумов вместе со своими однокурсниками А. А. Афонченко, И. В. Мецхваришвили и И. Н. Халиным приняли участие в конкурсе, и их проект был отмечен 1-й премией. В связи с этим им было разрешено взять эту тему в качестве дипломного проекта, и работа была выполнена под руководством проф. В. А. Витмана и доцента В. В. Данилова, работавшего в то время вместе с Л. А. Ильиным (рис. 1).

В 1927 г. Л. А. Ильин выдвинул идею развития Ленинграда в северо-восточном и юго-западном направлениях (рис. 2), и это было учтено в предложениях архитекторов-выпускников. Параллельно с данной работой каждый из четырех участников к середине 1936 г. выполнил отдельный дипломный проект. Проект «Музей революции на Пулковских высотах», выполненный Наумовым, был высоко оценен. Так, уже со студенческого времени для проектной деятельности молодого Наумова был характерен инициативный подход. В 1936 г. после завершения образования А. И. Наумов был приглашен Л. А. Ильиным на работу в Архитектурно-планировочный отдел (АПО) Ленсовета. В это время Отдел возглавлял работу по реализации утвержденной в конце 1935 г. схемы Генплана Ленинграда, в основе которой лежала концепция, которую можно назвать «От залива». Город, по мысли городского и всесоюзного начальства, предполагалось развивать в основном

в южном и юго-западном направлениях (рис. 3). Город должен был уходить от угроз наводнений и близости советско-финской границы, которая в те годы проходила по реке Сестре и была всего в 30 км от Ленинграда. Л. А. Ильин эти идеи в целом поддерживал и развивал, А. И. Наумов их также разделял.

В 1938 г. Л. А. Ильин, который до этого времени был по существу Главным архитектором Ленинграда, без всякого предупреждения был снят с руководства Архитектурно-планировочным отделом. К этому времени был официально утвержден пост Главного архитектора города, и в Ленинграде им стал Николай Варфоломеевич Баранов (1909–1989), молодой коллега Л. А. Ильина (рис. 4).

С апреля 1938 по июнь 1939 гг. Наумов работал уже как районный архитектор, а с июля 1939 г. был назначен на должность заместителя Главного архитектора Ленинграда – Н. В. Баранова (рис. 5). На этом посту он продолжил работу над новым вариантом Генерального плана 1935 г. Особенности его стали изменения городских границ в северном направлении, тесная взаимосвязь исторического и проектируемого центров города более компактная форма городской территории (рис. 6).

В 1939 г. А. И. Наумов в составе авторского коллектива под руководством Н. В. Баранова принял участие в открытом конкурсе на проект нового Городского центра. В январе 1940 г. проект коллектива был утвержден на городском уровне. Согласно этому проекту, композиция нового Городского центра, развиваясь вдоль Международного (Московского) проспекта и его дублеров, становилась частью существовавшей системы исторического центра (рис. 7). В 1940–1941 гг. А. И. Наумов руководил проектированием застройки отдельных районов города – Автово, Щемиловки, Малой Охты, района Московского шоссе, площади у Володарского моста. К началу 1941 г. была завершена работа над Генпланом Ленинграда, утвержденным незадолго до войны (рис. 8). Предложения А. И. Наумова были в этом Генплане учтены.

В период блокады А. И. Наумов оставался в осажденном городе, вместе с Н. В. Барановым руководил маскировкой особо важных административных и исторических зданий. С середины 1942 г. вместе с Н. В. Барановым А. И. Наумов начал разработку нового Генерального плана восстановления и развития города. Срок Генерального плана 1935 г. завершался к 1945 г., и необходимо было разрабатывать новый градостроительный документ. К концу войны южная периферия Ленинграда как место ожесточенных боев особенно пострадала, и развитие города в прежних направлениях стало нереаль-



Рис. 1. Дипломный проект
А. И. Наумова 1935 г.



Рис. 2. Схема Л.А.Ильина.
Направления развития города 1927 г.



Рис. 3. Генплан Ленинграда 1935 г.



Рис. 4. Н. В. Баранов (1930-е гг.)



Рис. 5. А. И. Наумов (1930-е гг.)



Рис. 6. Генплан Ленинграда 1939 г.



Рис. 7. Проект городского центра Ленинграда (1940 г.)

ным. Н. В. Баранов сумел это доказать тогдашнему городскому руководству, и основные направления развития города в сторону Финского залива были в целом согласованы. Парадигма развития города «К заливу» легла в основу нового Генерального плана восстановления и развития Ленинграда, утвержденного на городском уровне в 1948 г. (рис. 9). А.И. Наумов принял участие в разработке этого градостроительного документа в качестве одного из авторов.

В новом Генеральном плане предполагалось развитие города на север и его раскрытие к северным и южным берегам Финского залива. Одновременно с реконструкцией исторического центра Ленинграда проектировалась и реализовывалась застройка вдоль Московского проспекта и проспекта Стачек в районах Шемиловки и Малой Охты. Строительство малоэтажных жилых домов развивалось в районах Новой деревни, проспекта Стачек и Среднеохтинского проспекта. Эти зада-



Рис. 8. Генплан Ленинграда (1941 г.)



Рис. 9. Генплан восстановления и развития Ленинграда (1948 г.)

чи были раскрыты А. И. Наумовым в статье «Ближайшие задачи ленинградских архитекторов» [5].

В новом Генеральном плане главное внимание было сосредоточено на формировании ансамблей городского центра и реконструкции крупных градостроительных узлов, расположенных вдоль Невы, – площади Революции, площади Ленина, «Охтинской прорезки» – пространства перед Охтинским мостом.

В 1950 г. Н. В. Баранов был необоснованно обвинен по «ленинградскому делу» и вынужден уехать из Ленинграда. Его обязанности временно исполнял А. И. Наумов. Исследователи его творчества отмечали, что административная деятельность не была легкой для А. И. Наумова и вскоре после этого назначения он заболел [1].

В 1951 г. Главным архитектором Ленинграда был назначен Валентин Александрович Каменский (1904–1974). А. И. Наумов был назначен его заместителем. В 1950 г. он защитил кандидатскую диссертацию на тему «Планировка жилых массивов многоэтажного строительства в Ленинграде», а с сентября 1952 г. началась его педагогическая деятельность в ЛИСИ.

В 1957 г. А. И. Наумов был избран членом-корреспондентом академии строительства и архитектуры СССР и сохранял этот статус вплоть до времени «разгона» Академии в 1963 г. Первоначально он читал курс лекций «Основы градостроительства» для специальности «Городское строительство и хозяйство», а с 1958 г. начал преподавать на кафедре планировки и благоустройства населенных мест архитектурного факультета ЛИСИ [11].

В 1966 г. А. И. Наумов был утвержден в ученом звании профессора по кафедре градостроительства. На кафедре он работал до июля 1989 г. За это время он подготовил 26 кандидатов архитектуры по градостроительной специализации [4].

Уже с середины 1950-х гг. А. И. Наумов стал публиковать статьи, в которых писал о задачах градостроительного проектирования, проблемах разработки и реализации Генеральных планов Ленинграда [6]. В своих публикациях он освещал и передовые стороны зарубежного градостроительного опыта, с которым он знакомился в 1950–1960-х гг. Результатом его поездки в США в 1965 г. стала выпущенная под редакцией А.И. Наумова монография «Градостроительство США» [7].

В 1951 г. А.И. Наумов был назначен руководителем архитектурно-планировочной мастерской №1 института «Ленпроект». Мастерская выполняла все текущие градостроительные работы по районам города – проекты планировки кварталов в соответствии с ежегодными планами размещения жилищного и культурно-бытового строительства.

В 1958 г. истек срок действия Генерального плана восстановления и развития Ленинграда 1948 г. В 1956–1959 гг. силами Архитектурно-планировочного управления Ленгорисполкома совместно с Ленфилиалом Академии строительства и архитектуры были разработаны План размещения жилищного культурно-бытового и коммунального строительства на 1959–1965 гг. и технико-экономи-

ческие основы (ТЭО) будущего генерального плана [3, с. 11].

С 1958 г. архитектурно-планировочная мастерская под руководством А. И. Наумова начала подготовку Техничко-экономического обоснования (ТЭО) нового Генерального плана. В этом документе формулировалась главная тема: прекращение территориального роста Ленинграда и стабилизация (или даже сокращение) численности его населения. В ТЭО, наряду с принципом ограничения территориального роста города и необходимостью более тесной координации его развития с пригородными территориями, был определен переход к планированию развития (территориального, социально-экономического, демографического) всей Ленинградской агломерации [3, с. 12].

В основу документа был положен принцип ограничения дальнейшего роста города путем отказа от размещения в нем нового строительства крупных народнохозяйственных объектов градообразующего значения – фабрик, заводов, различных институтов [8, с. 261]. В соответствии с предварительными расчетами ограничение роста численности населения Ленинграда должно было быть обеспечено путем прекращения строительства новых и расширения за счет нового строительства действующих промышленных предприятий и цехов, а также научно-исследовательских, проектных институтов и высших учебных заведений, за исключением объектов, необходимых для обслуживания населения и функционирования города [8, с. 262]. Целью данных мероприятий, по мысли А. И. Наумова и его коллег, работавших над этими градостроительными исследованиями, было разуплотнение Ленинграда, жесткое ограничение численности его населения в существовавших пределах и усиление экономической базы малых и средних городов Пригородной зоны и Ленинградской области.

В этой же мастерской, параллельно с ТЭО, под руководством А. И. Наумова разрабатывался генеральный план Пригородной зоны Ленинграда (рис. 10). Пригородная зона (окружающий Ленинград планировочный район) должна была приобрести новые градостроительные качества. Здесь намечалось расселить 800 тыс. чел. и разместить градообразующие объекты (места приложения труда) в предусмотренных к развитию городах-спутниках, чтобы не более 10 % трудящихся ездили на работу в Ленинград [3, с. 12].

С самого начала этот проект разрабатывался совместно с будущим Генеральным планом развития Ленинграда и рассматривался в качестве логического продолжения архитектурно-планировочной структуры го-

рода, чем существенно отличался от прежних разработок, в частности Генерального плана 1948 г. [8, с. 333]. Основная градостроительная идея, заложенная в проекте организации Пригородной зоны, состояла в том, чтобы создать вокруг города мощное природное кольцо, выполнявшее санитарно-гигиенические функции в качестве постоянного источника чистого воздуха, создавало возможности для кратковременного отдыха населения города в естественных природных условиях. Для этих целей проектом отводилась территория в 2600 км² [8, с. 333]. При этом проект предусматривал полное сохранение существовавших сельскохозяйственных земель в лесопарковом поясе Ленинграда [8, с. 342].

Вторая важная градостроительная проблема, которую предполагалось решить при разработке проекта Пригородной зоны Ленинграда, – это размещение городов-спутников в радиусе до 100 км [8, с. 344]. Здесь шла речь о создании групповой системы расселения. Это было реально, так как в то время Ленинград и Ленинградская область были едиными объектами государственного управления.

Задачами формирования групповой системы расселения являлись: сдерживание территориального роста собственно Ленинграда, возможность предотвратить слияние Ленинграда с пригородами – Пушкином, Павловском, Петродворцом, Всеволожском, Колпином, Красным Селом и др., развитие малых и средних

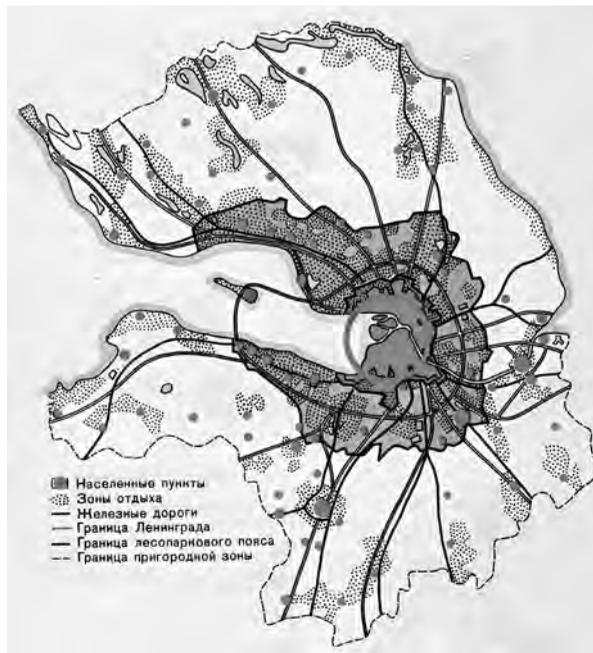


Рис. 10. Генплан Пригородной зоны Ленинграда (конец 1950-х гг.)

городов за счет размещения в них градообразующих объектов, улучшение санитарно-гигиенических условий проживания, возможность предотвращения сплошной застройки берегов Невы вплоть до Ладожского озера [8, с. 346]. Эти идеи выдвигались А.И. Наумовым и его коллегами при разработке проекта Пригородной зоны. В процессе реализации Генерального плана развития Ленинграда 1966 г. эти идеи были реализованы лишь частично.

В процессе работы над новым Генеральным планом были разработаны две его промежуточные «версии» – Генплан 1956–1965 гг. (рис. 11) и Генплан 1959 г. (рис. 12). Они не были утверждены, но в них были определены новые направления развития Ленинграда и городская черта в соответствии с семилетним планом развития советской экономики. А.И. Наумов возглавил эту работу. Градостроительные идеи будущего Генерального плана были подробно изложены А.И. Наумовым в статье «Основы Генерального плана развития Ленинграда», написанной им ранее, в 1960 г. [9]. Это были идеи полифункционального развития города и раскрытия его в сторону залива.

В начале 1966 г. работа над новым Генеральным планом развития Ленинграда (авторы В. А. Каменский, А.И. Наумов, Г. Н. Буддаков,

К. С. Кривцов, М.И. Василевский, В. Ф. Назаров, Г.К. Григорьева и др.) была завершена, 15 июля того же года он был утвержден специальным правительственным Постановлением и до середины 1980-х гг. стал законом для развития города (рис. 13).

Данное Постановление определяло основные параметры развития Ленинграда на период 20–25 лет. К ним были отнесены: расчетная численность населения 3,4–3,5 млн. чел. (а вместе с пригородными районами 4 млн. чел.), площадь территории города – 527 км² с расширением территории городской застройки с 278 км² до 484 км² [2, с. 169]. Город намечалось развивать в северном, южном и восточном направлениях с выходом застройки к побережью Финского залива. Таким образом, направления развития города, намеченные в предыдущем Генплане 1948 г., сохранялись и развивались.

В новый Генплан были заложены три крупные градостроительные идеи:

- выход Ленинграда к морю;
- создание новой архитектурно-пространственной системы развития общегородского центра;
- формирование вокруг Ленинграда мощного лесопаркового пояса [10, с. 39].



Рис. 11. Генплан Ленинграда. Промежуточный вариант 1956 – 1965 гг.



Рис. 12. Генплан Ленинграда. Промежуточный вариант 1959 г.



Рис. 13. Генплан развития Ленинграда 1966 г.
Схема зонирования

В новом Генеральном плане предполагалось сохранение исторически сложившегося общегородского центра и его композиционное развитие вдоль Невы в юго-восточном и западном направлениях. В транспортном отношении также сохранялась преемственность с предыдущим Генпланом. Предполагалось формирование центральной дуговой магистрали запад – восток, связывающей центры основных планировочных районов [5, с. 170] (рис. 14).

Генплан Ленинграда разрабатывался совместно с Проектом районной планировки Пригородной зоны Ленинграда, таким образом в нем реализовывались принципы агломерационного развития. Новый Генеральный план должен был стать главным планово-регулирующим документом, определяющим развитие города и прилегающих к нему пригородных районов в радиусе 60–100 км на расчетный период 20–25 лет [2, с. 171].

В новом Генеральном плане была четко определена структура жилой застройки. Первичной единицей стал микрорайон на 6–12 тыс. жителей с самостоятельной системой первичного обслуживания (школы, детские сады, торговля). Группа микрорайонов формировала жилой район со своей системой периодического обслуживания – кинотеатры, поликлиники,



Рис. 14. Генплан развития Ленинграда 1966 г.
Система городских центров

промтоварные и продовольственные магазины. Группа жилых районов формировала планировочный район [2, с. 171].

Таким образом, в новом Генеральном плане были определены параметры развития и застройки, которых не было в Генплане 1948 г. Генеральный план развития Ленинграда и проект планировки Пригородной зоны составляли единый документ долгосрочного планирования [2, с. 172]. В этом был новаторский характер градостроительного документа. Причем черты преемственности с предыдущими градостроительными идеями развития Ленинграда в нем были сохранены. Следует отметить, что Генплан развития Ленинграда и Пригородной зоны 1966 г. был практически полностью реализован в пределах расчетного срока. Однако требования ограничения дальнейшего территориального роста города и его населения не были реализованы ни в пределах расчетного срока, ни позднее.

Коллеги, работавшие с А. И. Наумовым над этим документом, считали данный Генплан «Генпланом Наумова», и это было во многом справедливо [1, с. 34].

Одной из главных научных работ А. И. Наумова стала монография «Ленинград. Градостроительные проблемы развития», написанная им совместно с В.А. Каменским и изданная в 1973 г. [8].

В книге рассмотрены все исторические этапы развития города на Неве, и значительная ее часть посвящена Генеральному плану развития Ленинграда 1966 г. Выделено три хронологиче-

ских раздела, посвященных развитию города. Первый раздел охватывает этапы с первой половины XVIII в. до 1917 г. [8, с. 7–94]. Второй раздел посвящен полувековому периоду развития города с 1917 по 1967 гг. В этом разделе показано развитие города на фоне исторических событий и социально-политических особенностей данного периода, показаны достижения и проблемы этого развития [8, с. 95–256]. Третий раздел, самый крупный, посвящен промежуточным итогам реализации Генерального плана 1966 г. к началу 1970-х гг. по разделам архитектурной, градостроительной и инженерной деятельности. В этом разделе отмечено, в какой мере была решена социальная задача – поднятие общего жизненного уровня населения и ликвидация жилищного кризиса. Рассмотрена проблема ограничения дальнейшего территориального роста Ленинграда и роста его населения и намечены пути его решения в направлениях вынесения градообразующих объектов в города-спутники. Определены направления решения проблемы выхода Ленинграда к морю путем намыва западной части Васильевского острова. В последующие десятилетия эта задача была реализована. Были рассмотрены перспективные направления архитектурно-художественного обогащения центральной части Ленинграда – его развитие вверх по течению Невы, вдоль Малой Невы и Смоленки, развитие вдоль западного луча трехлучевой композиции на соединении с Новоизмайловским проспектом [4, с. 358]. Не все из этих задач удалось реализовать в последующие десятилетия. Однако А. И. Наумову, как основному автору книги, принадлежала заслуга в формулировании и рассмотрении этих проблем. Книга по-своему уникальна, и отражает подлинную градостроительную эволюцию города на Неве и не потеряла своего значения к настоящему времени.

В мастерской №1 А. И. Наумов воспитал достойную смену. Г. Н. Булдаков, сменивший его в руководстве коллективом с 1971 г., стал Главным архитектором Ленинграда. В. Ф. Назаров, назначенный руководителем этой мастерской после Г. Н. Булдакова, возглавил разработку Генерального плана развития Ленинграда и Ленинградской области, утвержденного в 1987 г.

В 1967 г. А. И. Наумов был освобожден от должности первого заместителя начальника ГлавАПУ – Главного архитектора города в связи с так называемым «омолаживанием руководства». А. И. Наумов ушел на кафедру градостроительства ЛИСИ, где уже давно работал профессором по совместительству, и возглавил эту кафедру [4].

В 1969 г. А. И. Наумову было присвоено почетное звание «Заслуженный архитектор РСФСР».

Многолетний градостроительный и управленческий опыт был обобщен им в диссертации на соискание ученой степени доктора архитектуры на тему: «Проблемы преобразования крупнейших городов. Методика проектирования градостроительной структуры», представленной в форме научного доклада в 1974 г. в ЛИСИ [10].

Об основах и задачах работы сам Александр Иванович Наумов писал в аннотации к этому труду: «Представлены 58 научных трудов, 40 опубликовано и 18 не опубликовано, 114 проектно-творческих работ, почти все они внедрялись в практику планировки и застройки городов.

Доклад представляет комплексные научные исследования наиболее важных проблем преобразования крупнейших городов и их агломераций и обобщение опыта градостроительной деятельности соискателя в течение 40 лет.

В работах исследуются и разрабатываются актуальные проблемы истории, теории, практики и перспективного прогнозирования вопросов советского градостроительства и архитектуры, научно-методические и теоретические основы проектирования градостроительных структур крупнейших городов и их составляющих элементов (формы расселения, промышленно-селитебные районы, общественно-деловые центры, городское движение и транспорт).

Особое внимание уделяется эстетическим проблемам градостроительства, проблемам социально-градостроительного прогнозирования развития городов и применению математических методов и ЭВМ в исследованиях и проектировании.

Выполненные труды содержат систему принципов, теоретические основы и методические указания, определяющие комплексные решения социально-экономических, территориально-пространственных, архитектурно-планировочных, эстетических, инженерно-технических и санитарно-гигиенических проблем преобразования и развития крупнейших городов и их агломераций» [11].

Структура диссертации, представленной в форме научного доклада, полностью раскрывает положения аннотации. Объектом исследования в ней явилась система – крупнейший город в сочетании с агломерацией.

В докладе было представлено 5 разделов, по существу глав исследования [11]:

1. *Проблемы преобразования крупнейших городов. Методика проектирования градостроительной структуры*

В этом теоретическом разделе было определено понятие «современный город», рассмотрены этапы формирования градостроительных концепций города и его агломераций. В отдельной части раздела был рассмотрен метод социально-градостроительного прогнозирования

преобразования крупнейших городов и их агломераций, разработана теория групповой системы расселения и ограничения роста крупнейших городов и теория подвижности (мобильности) структуры городов и их агломераций.

2. *Расселение и структура города* (на примере Ленинграда)

В этом разделе были раскрыты перспективные задачи развития Ленинграда. К ним были отнесены: стабилизация численности населения, ограничение территориального роста города, преобразование сложившейся системы расселения в групповую, реконструкция старых жилых районов, создание вокруг города лесопаркового защитного пояса и Пригородной зоны. Была представлена идея функционального поясного зонирования ленинградской агломерации с выделением городов-спутников. Города-спутники предлагалось размещать на основе существующих населенных пунктов вдоль лучевых транспортных магистралей (планировочных направлений), р. Невы и берегов Финского залива, образуя ряд полуколец: полукольцо городов-спутников вдоль северного и южного побережий залива, полукольцо – на расстоянии 20–30 км от Ленинграда, третье полукольцо – на расстоянии 40–60 км от города. Далее предлагалось размещение лесопаркового защитного пояса площадью 256 км². На основе выполненных градостроительных предложений предлагались варианты развития Ленинграда – компактное развитие города и его рост по сложившимся планировочным направлениям. Последний вариант, несмотря на глобальные социально-экономические изменения, не утратил своего значения вплоть до настоящего времени.

3. *Градостроительные проблемы развития Ленинграда и формирование его архитектурных ансамблей*

В данном разделе предлагалось при реконструктивных мероприятиях сохранение принципа компактной городской структуры. На основе уже сделанных проектов было предложено создание парадного морского фасада и преобразование дельты Невы. Отдельной ландшафтной темой явились предложения по формированию зеленого каркаса города и его связей с зеленым каркасом Пригородной зоны – были представлены схемы озеленения.

4. *Планировка и застройка селитебных районов.*

Были представлены размеры проектируемых фрагментов будущей жилой застройки – микрорайонов – жилых районов – планировочных районов с приблизительным числом жителей в каждом из них. Также была определена структура системы обслуживания (торговля, школы, дошкольные учреждения), применительно к каждому из этих планировочных

элементов и радиусы обслуживания и доступности внутри них.

5. *Планировка и застройка городских общественных центров*

Предлагалось сохранение старого центра города и были даны предложения по его включению в новую жилую ткань города. Были даны рекомендации по использованию подземной урбанистики.

Таким образом, диссертация А.И. Наумова «Проблемы проектирования крупнейших городов. (Методика проектирования градостроительной структуры)» раскрывала новые для того времени направления преобразования крупнейших городов не только на примере Ленинграда, но и Киева, Таллина, Софии, Берлина. Эта работа явилась существенным вкладом в теорию советского (и не только советского) градостроительства. Многие предложения диссертации были реализованы на практике при реализации Генплана Ленинграда 1966 г.

Однако проблем ограничения территориального роста города и численности его населения не удалось решить ни в советское время, ни в постсоветские десятилетия. В последующих Генпланах Санкт-Петербурга эти проблемы даже не ставились.

В 1950–1960-х гг. А.И. Наумов был членом Градостроительных Советов Глав АПУ Ленинграда и Глав АПУ Ленинградской области, более 45 лет он избирался на различные общественные должности Ленинградского отделения Союза архитекторов СССР. Он был членом специализированных советов ЛИСИ и Института им. И.Е. Репина Академии художеств СССР по защите кандидатских и докторских диссертаций. На кафедре градостроительства ЛИСИ он работал до июля 1989 г. [4]. Его научное наследие составляет свыше 60 публикаций, посвященных проблемам градостроительства, многие из которых, несмотря на изменения последних десятилетий, не утратили своей актуальности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Васенина Л.Ф., Григорьева Г.К.* Александр Иванович Наумов – градостроитель Ленинграда. Этапы творческого пути. СПб.: СПбГАСУ, 2008. 98 с.: ил.
2. *Ершова С.А.* Генеральные планы Санкт-Петербурга. 1703–2013. СПб.: Питер.ру, 2014. 500 с.: ил.
3. *Семенов С.В.* Градостроительное развитие Ленинграда в 1957–1965 годы // Вестник гражданских инженеров. 2008. №1 (14). С. 11–16.
4. Личное дело А.И. Наумова. Архив СПбГАСУ.
5. *Наумов А.И.* Ближайшие задачи ленинградских архитекторов // Архитектура и строительство Ленинграда. 1951. №16. С. 1–3.

6. Наумов А.И. Развитие архитектурно-планировочной структуры Ленинграда // Архитектурное наследие. 1957. №2. С. 4–12.

7. Наумов А.И. Градостроительство США. М.: Стройиздат, 1965.

8. Каменский В.А., Наумов А.И. Ленинград. Градостроительные проблемы развития. Л.: Стройиздат, 1973. 360 с.: ил.

9. Наумов А.И. Основы Генерального плана развития Ленинграда // Градостроительные проблемы развития Ленинграда. Л.: Стройиздат, 1960. С. 3–16.

10. Наумов А.И. Проблемы преобразования крупнейших городов. (Методика преобразования градостроительной структуры) : доклад, представленный на соискание ученой степени доктора архитектуры. Л.: ЛИСИ, 1974. 79 с.

11. Аннотация доклада профессора А.И. Наумова на тему «Проблемы преобразования крупнейших городов (Методика проектирования градостроительных структур)» по совокупности выполненных и опубликованных исследовательских и проектных работ, представленного на соискание ученой степени доктора архитектуры. 12 июня 1974 г. Личный архив А.И. Наумова.

REFERENCES

1. Vasenina L.F., Grigorieva G.K. *Aleksandr Ivanovich Naumov – gradostroitel' Leningrada. Etapy tvorcheskogo puti* [Alexander Ivanovich Naumov is Leningrad city planner. Stages of the creative path]. Saint Petersburg, SPbGASU Publ, 2008. 98 p.

2. Ershova S.A. [General plans of St. Petersburg. 1703–2013]. Saint Petersburg, Peter.ru Publ, 2014. 500 p.

3. Sementsov S.V. Urban development of Leningrad in 1957–1965. *Vestnik grazhdanskih inzhenerov* [Bulletin of Civil Engineers], 2008, no. 1 (14), pp. 11–16.

4. *Lichnoe delo A.I. Naumova* [Personal file of A.I. Naumov]. SPbGASU Publ, Archive.

5. Naumov A.I. The immediate tasks of Leningrad architects. *Arhitektura i stroitel'stvo Leningrada* [Architecture and construction of Leningrad], 1951, no. 16, pp. 1–3. (in Russian)

6. Naumov A.I. The development of the architectural and planning structure of Leningrad. *Arhitekturnoe nasledie* [Architectural heritage], 1957, no. 2, pp. 4–12. (in Russian)

7. Naumov A.I. *Gradostroitel'stvo SSHA* [Urban planning of the USA]. Moscow, Stroyizdat Publ, 1965.

8. Kamensky V.A., Naumov A.I. Leningrad. [Urban planning problems of development]. Leningrad, Stroyizdat Publ, 1973. 360 p.

9. Naumov A.I. Fundamentals of the General Plan for the development of Leningrad. *Gradostroitel'nye problemy razvitiya Leningrada* [Urban development problems of Leningrad]. Leningrad, Stroyizdat Publ, 1960, pp. 3–16. (in Russian)

10. Naumov A.I. Problems of transformation of the largest cities. (Methodology of urban planning structure transformation). *Doklad predstavlenyj na soiskanie uchenoj stepeni doktora arhitektury* [Report submitted for the degree of Doctor of Architecture]. Leningrad, LISI Publ, 1974. 79 p.

11. *Annotaciya doklada professora A.I. Naumova na temu «Problemy preobrazovaniya krupnejshih gorodov (Metodika proektirovaniya gradostroitel'nyh struktur)» po sovokupnosti vypolnennyh i opublikovannyh issledovatel'skih i proektnyh rabot, predstavlennoho na soiskanie uchenoj stepeni doktora arhitektury. 12 iyunya 1974 g. Lichnyj arhiv A.I. Naumova* [Abstract of the report of Professor A.I. Naumov on the topic «Problems of transformation of the largest cities (Methods of designing urban structures)» on the totality of completed and published research and design works submitted for the degree of Doctor of Architecture. June 12, 1974. Personal archive of A.I. Naumov].

Об авторе:

ВАЙТЕНС Андрей Георгиевич

доктор архитектуры, профессор кафедры градостроительства
член Союза архитекторов России, Советник РААСН
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет
190005, Россия, г. Санкт-Петербург,
ул. 2-ая Красноармейская, 4
E-mail: vaytens@lan.spbgasu.ru

VAYTENS Andrey G.

Doctor of Architecture, Professor
of the Urban Planning Chair
Saint Petersburg State University of Architecture
and Civil Engineering
190005, Russia, Saint Petersburg,
2d Krasnoarmeyskaya str., 4
E-mail: vaytens@lan.spbgasu.ru

Для цитирования: Вайтенс А.Г. Александр Иванович Наумов – выдающийся градостроитель Ленинграда: грани творчества (1930–1980-е гг.) // Градостроительство и архитектура. 2022. Т. 12, № 4. С. 85–95. DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.11.

For citation: Vaytens A.G. Alexander Ivanovich Naumov - an outstanding urban planner of Leningrad: the facets of creativity (1930–1980s). *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2022, vol. 12, no. 4, pp. 85–95. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.11.

Д. О. ГУЛЯН

СОХРАНЕНИЕ АРХИТЕКТУРНОГО НАСЛЕДИЯ КУБАНИ: ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЗАЦИИ И ВЫБОРА НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ РЕСТАВРАЦИИ

PRESERVATION OF THE ARCHITECTURAL HERITAGE OF KUBAN:
PROBLEMS OF ECOLOGIZATION AND SELECTION OF NEW MATERIALS
FOR RESTORATION

Рассмотрена проблема сохранения архитектурного наследия как одна из важнейших приоритетных задач современности. Представлены отдельные иллюстрации исторических зданий Краснодара, имеющих охраняемый статус культурного наследия. Отмечена необходимость принятия неотложных мер для рационального использования и экспонирования архитектурного наследия с экологической точки зрения. На основе проведенного анализа раскрыто понятие «экологизация памятников», включающее в себя одновременное сохранение как памятников архитектуры и градостроительства, так и окружающей природной среды. Большое значение имеет выбор материалов, замена их новыми без снижения исторической и художественно-эстетической ценности для реставрации, ремонта и восстановления отдельных частей объектов архитектурного наследия. Особое внимание уделено стратегии сохранения наследия Кубани, выявлению основных вопросов в контексте создания комфортной среды жизнедеятельности.

Ключевые слова: архитектурное наследие, экологизация, памятник, объект, сохранение, формирование, выбор, культура, материал, комфорт, среда

Введение. В настоящее время актуальность сохранения и эффективного использования архитектурного наследия, как самобытного культурного потенциала в целях формирования устойчивой и в то же время комфортной среды жизнедеятельности, является одной из приоритетных задач в системе государственной политики. От профессионального решения этой задачи во многом зависит культурное достояние как отдельного поселения, так и региона в целом. Вместе с тем объем выделенных бюджетных средств, выделяемых на охрану, реставрацию и восстановление архитектурного наследия, недостаточен, что угрожает разрушению культурных богатств, а иногда и полному их исчезновению.

Актуальность темы связана с тем положением архитектурного наследия в социальном развитии населенных пунктов, которое сложилось в современных экономических условиях,

The problem of preserving the architectural heritage as one of the most important priority tasks of our time is considered. Separate illustrations of the historical buildings of Krasnodar with the protected status of cultural heritage are presented. The need to take urgent measures for the rational use and exhibition of architectural heritage from an environmental point of view was noted. On the basis of the analysis carried out, the concept of "greening of monuments" is disclosed, which includes both the simultaneous preservation of architectural and urban planning monuments, and the natural environment. Much attention is paid to the choice of materials, replacing them with new ones without reducing their historical and artistic and aesthetic value for the restoration, repair and restoration of individual parts of architectural heritage objects. Special attention is paid to the strategy for preserving this heritage, identifying the main issues in the context of creating a comfortable living environment.

Keywords: architectural heritage, ecologization, monument, object, preservation, formation, choice, culture, material, comfort, environment

а именно проблемой привлечения инвесторов. При этом представители бизнеса прежде всего проявляют повышенный интерес к исторической среде поселений, как правило обладающей большим количеством памятников архитектуры и градостроительства. Из этого вытекает, что значимость заявленной темы следует понимать как одну из основополагающих характеристик для решения широкого спектра задач по сохранению архитектурного наследия в контексте экономических аспектов, экологической культуры, создания здоровой окружающей среды различных объектов на уровне региона и государства.

Степень разработанности темы исследования. Исследованием содержательной основы архитектурного наследия, сопряженным с изучением различных аспектов существующих проблем в данной сфере, занимаются отечественные и зарубежные, а также многие региональные

ученые [1–6]. Однако, несмотря на значительное количество научно-практических работ, публикаций, исследования архитектурного наследия с определенной точки зрения, особенно с позиции экологии конкретного региона, по-прежнему актуальны и востребованны. Данные обстоятельства определили основные взаимосвязанные характеристики исследования: объект, предмет, цели, задачи, а также метод исследования.

Объектом исследования являются памятники архитектурного наследия, исторические поселения Краснодарского края, имеющие официальный охранный статус, как уникальный культурный потенциал региона.

Предметом исследования является взаимодействие памятников архитектурного наследия с факторами окружающей среды, влияние экологических аспектов, а также надлежащий выбор материалов для реставрации в целях сохранения памятников.

Целью исследования является комплексный анализ основ сохранения архитектурного наследия, научное осмысление существующих вопросов экологизации и выбора материалов для реставрации и ремонта.

Поставленная цель предопределила следующие задачи исследования:

- исследовать проблему сохранения архитектурного наследия с позиции сбережения культурного потенциала, оказывающего непосредственное влияние на устойчивое развитие поселений;
- изучить архитектурное наследие во взаимосвязи с экологическими процессами и определенными изменениями на территориях городских и сельских поселений;
- проанализировать конкретную практику сохранения объектов архитектурного наследия через призму ее взаимодействия с окружающей средой.

Метод исследования. Первостепенное значение принадлежит системно-структурному, а также историческому и социологическому методам исследования.

Фундаментальные основы архитектурного наследия Кубани. Кубань – общепризнанная житница Российской Федерации, богатая различными природными компонентами и рекреационными ресурсами: морским побережьем и целебными источниками, лиманами и реками, горным и степным ландшафтом, субтропическим и умеренно континентальным климатом. Кроме того, исторический регион Северного Кавказа с полным основанием считается неисчерпаемым источником достопримечательностей культурного характера, с богатым генетическим наследием, традициями и обычаями. Архитектурное наследие Кубани – уникальная историческая память, нашедшая свое

отражение через призму произведений материальной культуры, ярких творений народного зодчества. Особенностью Кубани является ее богатое историческое наследие, именно поэтому в конце XVIII – начале XX в. издается распоряжение атамана Кубанского казачьего войска о сохранении памятников старины (рис. 1).



Рис. 1. Титульный лист Циркулярного распоряжения Начальника Кубанской области и Наказного Атамана Кубанского казачьего войска [7]

В настоящее время в Краснодарском крае расположено значительное количество объектов архитектурного наследия, среди которых особое место занимают исторические здания жилого назначения, имеющие охранный статус. Так, многие из данных объектов находятся в г. Краснодаре (Екатеринодар – до 1920 г.) на центральной ул. Красной, история которой начинается с 1867 г. (рис. 2–4). Объекты архитектурного наследия – наглядное свидетельство исторического пути многонационального народа на протяжении длительных периодов его развития, одновременно представляющие научную, художественную, познавательную и иную ценность. «При этом современное общество должно опираться на знание традиций» [8, с. 40] и историческую преемственность в контексте сохранения архитектурного наследия.



Рис. 2. Екатеринбург. Вид на юг ул. Красной, между ул. Полицейской (совр. – ул. Гоголя) и ул. Екатерининской (совр. – ул. Мира), начало XX в. [9]



Рис. 3. Екатеринбург. Ул. Красная при пересечении с ул. Графской (совр. – ул. Советская). Дом инженера Б.Б. Шарданова, 1900-е гг. [10]. Памятник архитектуры регионального значения



Рис. 4. Екатеринбург. Дом жилой братьев Тарасовых. Ул. Красная. Вид на север от ул. Кирпичной (совр. – ул. Чапаева). 1903 г. [11]. Памятник архитектуры регионального значения

Экологизация и реставрация как важные компоненты сохранения архитектурного наследия. Рассматривая закономерные вопросы, касающиеся экологии, правомерно применение такого понятия, как «экологизация» – «процесс проникновения экологического подхода, экологических принципов в различные виды и сферы жизнедеятельности людей» [12, с. 90] и «экологический аспект» – форма взаимодействия объекта архитектурного наследия с окружающей средой. В качестве экологического аспекта можно выделить: потребление электроэнергии организацией, а также потребление электроэнергии определенным элементом оборудования; минимизацию источников выделения загрязняющих веществ; объем образующихся отходов, наличие и соблюдение требований нормативных актов. При этом необходимо учитывать последовательность жизненного цикла памятников архитектурного наследия, «обстоятельства и последующие причины его дальнейших перестроек и ремонтов» [13, с. 14].

Экологизация памятников архитектурного наследия подразумевает защиту объектов от возможных катастроф, химических канцерогенов и т. п., что грозит ухудшению состояния объектов, а в ряде случаев неизбежно заканчивается разрушением уникальных культурных ценностей. Ослабление негативного, а порой и критического антропогенного воздействия на объекты уникального наследия в контексте экологической деятельности возможно осуществить за счет применения новых альтернативных материалов (в случае утраты аутентичных материалов) при проведении реставрации и ремонте, а также посредством внедрения инновационных эколого-ориентированных технологий. Соответственно «ведущая роль отводится инновациям – нововведениям, обладающим высокой эффективностью, значительно повышающей результативность» [14, с. 19] процесса экологической деятельности. В то же время экологизация основана на применении «зеленых стандартов» с множеством вариантов их воплощения в практику эксплуатации, реставрации, с использованием возобновляемых источников, поддержанием надлежащего микроклимата на объектах архитектурного наследия. Более того, «в современных реалиях все еще достаточно проблематично отобрать на сто процентов экологически чистые материалы» [15, с. 12]. Поэтому из разнообразного ассортимента существующих материалов необходимо отдать предпочтение системно-подобранным и при этом адаптированным к климатическим условиям изделиям с учетом экологических, художественно-эстетических, а также конструк-

ционных качеств для выполнения конкретных реставрационных работ.

Свойства, которыми должны обладать материалы, выбранные для реставрации:

1. Долговечность, сохранение всех необходимых функций в течение срока службы изделия.
2. Высокие физико-механические свойства и прочное сцепление с исторической основой.
3. Климатостойкость, влагоперенос, стойкость к влиянию сезонности климата.
4. Светостойкость, устойчивость цветового тона к выгоранию ультрафиолетовыми лучами.

Чтобы правильно оценить качество строительных материалов, используемых в объектах архитектурного наследия, необходимо тщательно изучить и проанализировать их текущее техническое и художественное состояние.

Детальное изучение технико-экономических характеристик выбранных материалов позволит оценить достоинства и преимущества, определить пути их дальнейшей реализации. Видозаменяемые материалы могут быть идентичными с точки зрения технико-эксплуатационных качеств, но от их правильного выбора в большей степени зависит восприятие эстетики объекта архитектурного наследия, а именно его аутентичного облика и отдельных частей. Отличительным свойством выбранных материалов является их стойкость к воздействиям окружающей среды, а именно способность гасить токсичность химических веществ.

Стоит отметить, что, приступая к комплексному обследованию памятника архитектурного наследия с целью определения объемов реставрации, состояния строительных конструкций и т. п., в первую очередь необходимо знать историю данного объекта. При



Рис. 5. Краснодар. Отреставрированный дом имени Г. А. и Н. Л. Тарасовых. Современное фото. Памятник архитектуры регионального значения

этом «исторический контекст непосредственно и опосредованно связан с памятниками архитектурного наследия» [16, с. 44].

Существенное значение отводится работе с архивными, научными и литературными источниками, представляющими безусловную значимость и являющимися теоретической и методической базой для проведения последующей реставрации. Вместе с тем одним из решающих аргументов в определении историко-культурных ценностей служит то обстоятельство, насколько памятники архитектурного наследия сохранили свою подлинность. В данном отношении примечателен тот факт, что за 2020–2022 гг. только в Краснодаре отреставрировано свыше 100 памятников архитектуры и истории (рис. 5).

Вывод. Сложившаяся ситуация, когда определенная часть памятников архитектурного наследия, находящаяся в неудовлетворительном состоянии, нуждается в реставрации, – требует неотложного решения особенно на региональном уровне. Таким образом, необходима разработка стратегии сохранения архитектурного наследия – бесценного потенциала для культурного развития общества, упрочения национальных традиций и последующей передачи его будущим поколениям. Во многом это также влияет на формирование комфортной среды жизнедеятельности. Специфическую роль в обеспечении сохранности данного наследия играет экологическая безопасность зданий и сооружений, рациональное природопользование и организация качественного пространства. Влияние техногенных и физико-географических факторов на экологию среды жизнедеятельности имеет глобальный характер. Поэтому своевременный и надлежащий комплекс экологических мероприятий, направленных на сохранение культурных ценностей, сложившихся традиций, способствует их сохранению в урбанизированной современной среде. В то же время формирование комфортной среды жизнедеятельности во многом зависит от экологического состояния окружающей местности, природных и антропогенных объектов.

Проекты реставрации памятников архитектурного наследия должны соответствовать «требованиям энергосбережения, комфортности, качества» [17, с. 23] выбранных строительных материалов. В то же время в комплексе с конструктивными и материаловедческими решениями данные проекты должны содержать новейшие инженерно-технические решения, касающиеся системы вентиляции, безопасности приборов и оборудования, централизованного мусороудаления, так называемых

«встроенных пылесосов» и т. п., в целях комфортного содержания объектов архитектурного наследия. «Проблема охраны окружающей среды и памятников – сложная и многоплановая и требует рассмотрения и решения с разных позиций» [18, с. 6]. Отрадно, что, пройдя определенные трудности и периоды застоя, активизировалась работа по сохранению архитектурного наследия, которая продолжается на Кубани до настоящего времени.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ахмедова Е.А., Кузнецов И.И. Принципы сохранения историко-культурной многослойности общественных пространств: диалог времен // Градостроительство и архитектура. 2022. Т. 12, № 2 (47). С. 54–62. DOI: 10.17673/10.17673/Vestnik.2022.02.09.
2. Antyufeev A.V., Antyufeeva O.A., Ptichnikova G.A. City and mega event: transformation of urban structure // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2018. С. 012146.
3. Вавилонская Т.В. Инновационные технологии в популяризации архитектурного наследия (Самарский опыт) // Архитектура и строительство России. 2021. № 4 (240). С. 30–39.
4. Karakova T., Zhogoleva A., Teryagova A. Domestic urbanization in formation of comfortable urban environment // E3S Web of Conferences. Innovative Technologies in Environmental Science and Education, ITESE 2019. 2019. С. 03062.
5. Subbotin O.S. Architectural and planning principles of organization and reconstruction of coastal areas // Materials Science Forum. 2018. 931. С. 750–753.
6. Balzannikova E.M., Samogorov V.A. The conservation of historical architectural heritage in Russia // RSP 2017 – XXVI R-S-P Seminar 2017 Theoretical Foundation of Civil Engineering. Ser. «MATEC Web of Conferences» Editors: S. Jemioło, A. Zbiciak, M. Mitew-Czajewska, M. Krzemiński and M. Gajewski. 2017. С. 00014.
7. О сохранении памятников старины: Циркулярные распоряжения Начальника Кубанской области и Наказного Атамана Кубанского казачьего войска: Правила по устройству и заведыванию Кубанским войсковым музеем и библиотекою. Екатеринбург: тип. Куб. обл. правления, 1913. 22 с.
8. Субботин О.С. Дворянские усадьбы, особняки и виллы в структуре поселений Кубани (XIX–XX вв.) // Жилищное строительство. 2013. № 7. С. 36–40.
9. ГБУК КК «КГИАМЗ им. Е.Д. ФЕЛИЦЫНА». КМ ОФ–7511/212
10. ФГБУК «Государственный исторический музей». ГИМ–ГИК – 96297/547.
11. ФГБУК «Государственный исторический музей». ГИМ–ГИК – 96297/534.
12. Ремизов И.Н., Чистяков В.И. Краткий социально-экологический словарь. Краснодар, 1997. 140 с.
13. Гулян Д.О. Визуальное обследование памятников архитектурного наследия // Обследование зда-

ний и сооружений: проблемы и пути их решения: сб. статей. Краснодар, 2022. С.13–15.

14. Субботин О.С. Инновационные материалы и технологии в олимпийских стадионах Сочи // Жилищное строительство. 2016. № 8. С. 19–25.
15. Кашина И.В., Левенко А.Д., Самойлова А.Ю. Проблема экологичности строительных материалов. Анализ жизненного цикла зданий и сооружений // Строительство и техногенная безопасность. 2017. № 8 (60). С. 7–13.
16. Гулян Д.О. Материал в реставрации архитектурного наследия // Эффективные методологии и технологии управления качеством строительных материалов: сб. статей. Новосибирск: НГАУ, 2021. С. 44–47.
17. Субботин О.С., Хританков В.Ф. Эффективное применение энергосберегающих конструкций и материалов в малоэтажных жилых зданиях // Жилищное строительство. 2008. № 12. С. 20–23.
18. Князева В.П. Экология. Основы реставрации. М.: «Архитектура–С», 2005. 399 с.

REFERENCES

1. Akhmedova E.A., Kuznetsov I.I. Principles of preservation of the historical and cultural multilayer public spaces: dialogue of times. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2022, vol. 12, no. 4, pp. 54–62. (in Russian) DOI: 10.17673/10.17673/Vestnik.2022.02.09
2. Antyufeev A.V., Antyufeeva O.A., Ptichnikova G.A. City and mega event: transformation of urban structure. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2018, art. no. 012146.
3. Vavilonskaya T.V. Innovative technologies in the popularization of the architectural heritage (Samara experience). *Arhitektura i stroitel'stvo Rossii* [Architecture and construction of Russia], 2021, no. 4 (240), pp. 30–39. (in Russian)
4. Karakova T., Zhogoleva A., Teryagova A. Domestic urbanization in formation of comfortable urban environment. *E3S Web of Conferences. Innovative Technologies in Environmental Science and Education, ITESE 2019*, art. no. 03062.
5. Subbotin, O. S. Architectural and planning principles of organization and reconstruction of coastal areas. *Materials Science Forum*, 2018, vol. 931, pp. 750–753.
6. Balzannikova E.M., Samogorov V.A. The conservation of historical architectural heritage in Russia. *MATEC Web of Conferences*, 2017, art. no. 00014.
7. *O sokhraneniі pamyatnikov stariny: Tsirkulyarnyye rasporyazheniya Nachal'nika Kubanskoy oblasti i Nakaznogo Atamana Kubanskogo kazach'yego voyska: Pravila po ustroystvu i zavedyvaniyu Kubanskim voyskovym muzeyem i bibliotekoyu* [On the preservation of ancient monuments: Circular orders of the Head of the Kuban region and the Ataman of the Kuban Cossack army: Rules for the organization and management of the Kuban military museum and library] / Publication of the Kuban military eth-

nographic and natural history museum. Yekaterinodar, 1913. 22 p.

8. Subbotin O.S. Noble estates, mansions and villas in the structure of Kuban settlements (XIX–XX centuries). *Zhilishnoe Stroitel'stvo* [Housing construction], 2013, no. 7, pp. 36–40. (in Russian)

9. GBUK KK «KGIAMZ im. Ye. D. FELITSYNA». [GBUK KK «KGIAMZ them. E.D. FELITSYN»]. KM OF–7511/212. (in Russian)

10. FGBUK «Gosudarstvennyy istoricheskiy muzey» [FGBUK «State Historical Museum»]. GIM–GIK – 96297/535. (in Russian)

11. FGBUK «Gosudarstvennyy istoricheskiy muzey» [FGBUK «State Historical Museum»]. GIM–GIK – 96297/547. (in Russian)

12. Remizov I.N., Chistyakov V.I. *Kratkiy sotsial'no-ekologicheskiy slovar* [Brief socio-ecological dictionary]. Krasnodar, Publishing House «Krasnodar News», 1997. 140 p.

13. Gulyan D.O. Visual inspection of monuments of architectural heritage. Inspection of buildings and structures: problems and ways to solve them. *Obsledovanie zdaniy i sooruzhenij: problemy i puti ih resheniya: sb. statej* [Inspection of buildings and structures: problems and solutions: collection of articles]. Krasnodar, 2022, pp. 13–15. (in Russian)

14. Subbotin O.S. Innovative materials and technologies in the Olympic stadiums in Sochi. *Zhilishnoe Stroitel'stvo* [Housing construction], 2016, no. 8, pp. 19–25. (in Russian)

15. Kashina I.V., Levenko A.D., Samoiloa A.Yu. The problem of environmental friendliness of building materials. Analysis of the life cycle of buildings and structures. *Stroitel'stvo i tekhnogennaya bezopasnost'* [Construction and technogenic safety], 2017 no. 8 (60), pp. 7–13. (in Russian)

Об авторе:

ГУЛЯН Диана Овиковна

архитектор, аспирант кафедры архитектуры
Кубанский государственный аграрный университет
имени Трубилина
350044, Россия, г. Краснодар, ул. Калинина, 13
E-mail: aluhanyan.diana@yandex.ru

16. Gulyan D.O. Material in the restoration of the architectural heritage. *Effektivnye metodologii i tekhnologii upravleniya kachestvom stroitel'nykh materialov: sb. statej* [Effective methodologies and technologies for managing the quality of building materials: collection of articles]. Novosibirsk, NSAU, 2021, pp. 44–47. (in Russian)

17. Subbotin O.S., Khritankov V.F. Effective use of energy-saving structures and materials in low-rise residential buildings. *Zhilishnoe Stroitel'stvo* [Housing construction], 2008, no. 12, pp. 20–23. (in Russian)

18. Knyazeva V.P. *Osnovy restavratsii: ucheb. posobiye* [Ecology. Fundamentals of restoration: textbook. allowance]. Moscow, Architecture–S, 2005. 399 p.

GULYAN Diana Ovikovna

Architect, Postgraduate Student of the Architecture Chair
Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin
350044, Russia, Krasnodar, Kalinina str., 13
E-mail: aluhanyan.diana@yandex.ru

Для цитирования: Гулян Д.О. Сохранение архитектурного наследия Кубани: проблемы экологизации и выбора новых материалов для реставрации // Градостроительство и архитектура. 2022. Т. 12, № 4. С. 96–101. DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.12.

For citation: Gulyan D.O. Preservation of the Architectural Heritage of Kuban: Problems of Ecologization and Selection of New Materials for Restoration. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2022, vol. 12, no. 4, pp. 96–101. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.12.

Н. Н. ЖЕБЛИЕНОК
К. А. ВАСИЛЬЕВА

ТРАНСДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ В СОВРЕМЕННОЙ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕОРИИ (НА ПРИМЕРЕ КОНЦЕПЦИИ «ГОРОДСКАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ»)

TRANSDISCIPLINARY TOOLS IN MODERN URBAN PLANNING THEORY
(BY THE EXAMPLE OF THE CONCEPT OF "URBAN VEGETATION")

Исследуются перемены в теоретических градостроительных концепциях под влиянием трансдисциплинарности. На примере дефиниции «городская растительность» обсуждается вариативность применения языковых и содержательных конструкций для ее описания. Представлен краткий обзор текстов, иллюстрирующих переход от концепции «оценка ресурса» (центром которой является анализ потребительской ценности отдельных природных компонентов городской среды) к концепции «антропо-эко-система» (сфокусированной на качественной оценке актуального состояния отдельных компонентов системы). Присущая прошлым десятилетиям тематика «природных компонентов» уступает место современному взгляду на «системные компоненты различного происхождения». Ставится вопрос о необходимости переосмысления ряда теоретических основ градостроительства с целью углубления их внутренних связей с социально-экономической и культурной повесткой.

Ключевые слова: трансдисциплинарные городские исследования, профессиональное мышление градостроителя, городская растительность, природные компоненты городского пространства

Природные компоненты всегда были обязательной составляющей человеческих поселений. В древние времена они служили средством удовлетворения базовых потребностей выживания человека, являясь для него укрытием, источником пропитания, местом дислокации общины. Ощукая зависимость от естественной среды своего обитания, люди многие сотни лет не мыслили себя вне природных систем. Постепенно, в условиях нарастающей урбанизации XIX в., сопровождающейся увеличением техногенного давления на природные компоненты, последние стали предметом регулирования. На короткие несколько десятилетий в общественном сознании установилась идея потенциальной возможности создать «вторую» или «третью» природу, появились инструменты, при помощи которых предполагалось контролировать качество всех

The changes in theoretical urban planning concepts under the influence of transdisciplinarity are investigated. On the example of the definition of "urban vegetation", the variability of the use of linguistic and content structures for its description is discussed. A brief review of texts illustrating the transition from the concept of "resource assessment" (which is centered on the analysis of the consumer value of individual natural components of the urban environment) to the concept of "anthropo-eco-system" (focused on a qualitative assessment of the current state of individual components of the system) is presented. The theme of "natural components" inherent in the past decades is giving way to a modern view of "system components of various origins". The question is raised about the need to rethink a number of theoretical foundations of urban planning in order to deepen their internal links with the socio-economic and cultural agenda.

Keywords: transdisciplinary urban research, professional thinking of an urban planner, urban vegetation, natural components of urban space

видов «природы». В языковой практике профессионального градостроительства эти идеи нашли свое отражение в виде распространения терминов «городское озеленение», «городские зеленые насаждения», «элементы рекреации». Система таких понятий отражала внутренний фокус на потребительское, эконом-детерминированное отношение к природным компонентам: «природное происхождение» выступало своего рода гарантом ценности, ею надо было воспользоваться – извлечь, оценить, сохранить, преумножить. *Природность* выступала индивидуальной характеристикой объекта. Передовые исследования задавались вопросом о потенциальной возможности развития природных характеристик городской среды.

В XXI столетии иллюзии в отношении наших инструментов по сохранению и развитию

природных компонентов постепенно утрачиваются [1, 2]. Давление со стороны техносферы на биосферу становится столь масштабным и многофакторным, что обновленные концепции устойчивости (в англоязычных текстах связываемые с понятиями «resilience» – англ. *деформационная устойчивость*) уже не рассматривают сценарии сохранности природной составляющей городов. Возникает целая плеяда подходов, в которых поддержание жизнеспособности и жизнестойкости всех компонентов среды – это задача экономическая. А сама среда, хоть и позиционируется как разнофактурная, но определяется как подвижная *изменчивая антропо-эко-система*, состоящая из элементов одного порядка. В этих условиях взгляд на зеленую составляющую города сдвигается в сторону отношения к ней как к одному из полноправных акторов внутригородского пространства, *объекту действий* и не более того.

Анализ проводимых по всему миру исследований [2–5] показывает, что городская растительность воспринимается как элемент «общего достояния» в системе «циркулярной и безотходной» экономики. Разнообразие видов, типов, плотностей, размеров элементов городской растительности призвано обеспечить устойчивость и сопротивляемость урбанизированной среды в меняющихся условиях и на будущее (и не рассматриваются более как природно-обусловленные обстоятельства). Отходя от концепции «потребительского» отношения к зеленым пространствам, общество движется к концепции «включенности и взаимосвязанности» всех элементов городской растительности с прочими элементами городской среды. А это требует системного пересмотра сложившихся подходов к определению, структурированию, расчету, мониторингу природной составляющей городов. Интерес к концепции жизнестойкости приводит нас к необходимости *определить новые принципы иерархии и поэлементного структурирования системы городской растительности, влияющие на оценку адаптивности и устойчивости города*.

Данное исследование сфокусировано на процессах развития профессионального языка и инструментария, служащих индикаторами глубинных процессов трансформации института профессиональности в градостроительстве. Действующие системы оценки и описания зачастую выглядят вполне работоспособными, понятными, обладают проверенным методическим обеспечением для решения выведенных с их помощью конфликтов, однако они базируются на неактуальных подходах к пониманию роли растительности. Так, в традиционном представлении природные элементы города

рассматриваются в нескольких независимых (но не являющихся градостроительными по своей природе) дисциплинарных подходах (рис. 1).

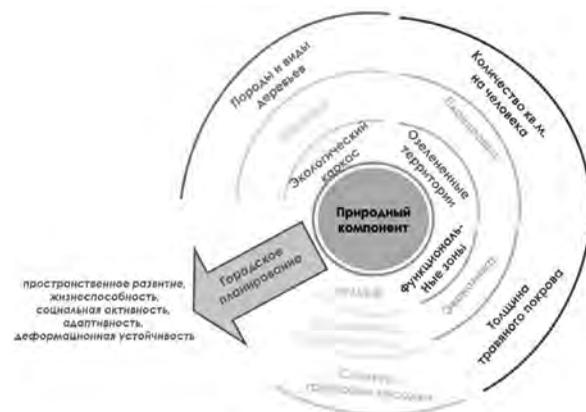


Рис.1. Смысловое поле дефиниции «природный компонент» и её новый вектор развития в современных городских практиках

Например, классический планировочный подход рассматривает природные компоненты среды как объект физического проектирования, обладающий определенными качественными и количественными характеристиками. При эгоцентричном подходе природные компоненты рассматриваются как часть биологического разнообразия и подразделяются по семантическим признакам. В ландшафтной архитектуре распространен подход, при котором элементы природного окружения рассматриваются в первую очередь, как объекты визуально-эстетического и эргономического восприятия. При экономориентированном взгляде на природные элементы они становятся в первую очередь ресурсом и служат средством удовлетворения потребностей общества.

Современные городские исследования ориентированы на углубление и объединение таких подходов. Чтобы избежать узкоориентированности, исследователи часто применяют гибридные методы анализа, обычно характеризующиеся как трансдисциплинарные [6]. Для них характерно повышенное внимание к роли, месту рассматриваемого объекта в социальных и культурных процессах (иллюстрируют такой подход, в частности, идеи Е.А. Репиной и М.Г. Курсовой [7], которые апеллируют к понятию *городской пустоты*, пошагово выделяя ее потенциал и глубину, несмотря на сложившуюся традицию отрицания ее полезности, стремления избежать пустоты в городском пространстве). Трансдисциплинарность выступает не в роли инструмента для поиска новых решений на классические вопросы, а в роли *нового*

проблемного поля, генерирующего постановку новых вопросов: какую роль играет элемент природного происхождения в городском пространстве? как он влияет на устойчивость всего пространства (вместо более традиционного запроса «как сделать его более устойчивым?»), мы встречаем в трансдисциплинарных исследованиях [3, 5] повышенное внимание к тому «как этот элемент помогает нарастить устойчивость городскому пространству в целом?»).

В ходе анализа современной научной литературы был выявлен ряд новых подходов к пониманию роли городской растительности в городе. Уход от приоритета «природности» активизирует интерес к *растительности* – как части городского пространства. А значит, по отношению к таким компонентам уместны исследования ее идентичности, ее значимости в осуществлении преемственности пространственного развития [1, 8]. Занимаемое растительностью место в городском пространстве может быть подвергнуто оценке уровня его контекстуальности [8]. Возникает целое направление поисков, которые сконцентрированы на феномене *городской растительной реальности*, воспринимаемой через атропоцентричные понятия эстетической привлекательности, пригодности озелененных пространств, исторической, образовательной, объединяющей и символической ценности зеленых насаждений. При этом активно используются оценочные суждения горожан, полученные в ходе различных опросов [5, 9].

В других текстах можно увидеть взгляд на растительность через призму «городского хозяйствования». Здесь естественные древесные отходы лесоводства в различных проявлениях (например, биомасса или рукотворные объекты), оцениваются с позиции возможного катализатора процесса диверсификации и трансформации процесса социальной коммуникации и активности среди городских жителей [2–4, 9]. В других исследованиях такой количественный показатель, как площадь покрытия территории различной растительностью рассматривается во взаимосвязи с показателями качества городской среды посредством оценки как прямых индикаторов (плотность, площадь, качество природных элементов, степень влияния и участия горожан и природной среды в сосуществовании), так и косвенных факторов (эффективность и потребление прочих природных и пространственных ресурсов) [2].

Тематическое разнообразие упоминаемых исследований чрезвычайно велико, оно не позволяет сделать серьезных выводов о развитии новой парадигмы, но позволяет говорить о подключении новых механизмов к пониманию

элементов *не-антропогенного происхождения*. Прежде всего это связано с тем, что проектирование перестает быть единственным инструментом работы с такими элементами. Проведенные обобщения позволяют сделать вывод о том, что *физическое ситуативное планирование* размещения озелененных пространств в городе дополняется в настоящее время *долгосрочным стратегическим менеджментом (управлением) системой городской растительности* при условии взаимовыгодного и эффективного сосуществования человека и природных компонентов.

При этом жизнеспособность и качество физической городской среды зависят от продуктивности городских систем и процессов и могут быть определены посредством измеряемых показателей, базирующихся на оценке эффективности и общественного восприятия данных систем и процессов [11]. Жизнеспособность включает огромное количество человеческих потребностей: от наличия пропитания и базовой безопасности до запросов в эстетике, культурном проявлении и чувстве принадлежности сообществу или месту [14]. Согласно [14], каждая из трех основных сфер жизнеспособности города: экономика, социальное благополучие и окружающая среда – обладает своими показателями оценивания. Но системы оценивания подвергаются критике, так как не уделяют достаточного внимания озелененным пространствам. Значительная часть имеющихся исследований [11] указывает на недостаточность изучения вклада, который делают зеленые пространства в городскую жизнеспособность.

Отдельный интерес представляет терминологическое разнообразие. Так, по исследованию [12] термин «городской лес» (англ. – *urban forestry*) включает в себя все зеленые городские и схожие с ними территории, основу которых составляют деревья. «Городские леса» подразделяются: на придорожные древесные посадки и схожую растительность; парковые и садовые деревья, деревья в частных дворах, на кладбищах и схожие посадки; городские леса и лесные массивы. В соответствии с [13] термин «городская растительность» (англ. – *urban vegetation*) описывает всю совокупность растительных форм, которую можно обнаружить внутри и вокруг периметра поселений и городов. При этом она может быть деревьями, кустами, травой. Типичные *растительные места обитания* могут быть представлены придорожными полосами, пешеходными дорожками, скоростными дорогами, городскими площадями, парками, площадками при общественных зданиях, промышленными и жилыми территориями. Согласно [11] городская зеленая инфраструктура (англ. – *public green infrastructure*) состоит как из спланированных,

так и неспланированных зеленых пространств, включая заброшенные территории, парки, частные сады, поля гольфа, уличные деревья, зеленые крыши, стены, обустроенные искусственные ландшафтные сооружения – биофильтры, городские фермы и т. п. Основными атрибутами городской зеленой инфраструктуры являются доступность, качество зеленых пространств, количество зеленого покрова, проницаемость для пешеходного движения, а также эко-урбанистические отношения.

Объединяя эти подходы, можно сделать вывод о возрастании роли вовлеченности элементов городской растительности в различные городские процессы. Вовлеченность определяется в ходе следующих исследовательских действий: 1) оценка включенности зеленых насаждений и растительности в различные обменные процессы и цепочки, которые подразделяются по субъектам взаимодействия (см. рис. 2):

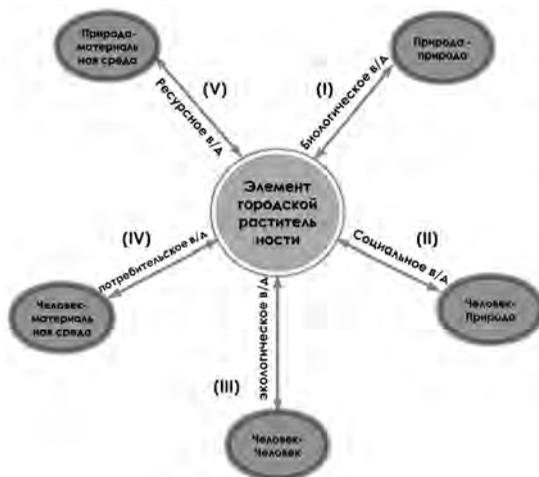


Рис. 2. Модель «Структурный компонент городской растительности и его взаимодействие с окружающей средой»

«природный компонент – природный компонент»; «человек – природный компонент»; «человек – человек»; «человек – материальная среда», «природный компонент – материальная среда»; 2) устанавливается общая иерархия природных элементов города в зависимости от степени их суммарной «молчаливости» или «активности» в процессах взаимодействия между естественной средой, человеком и техногенной сферой; 3) применимо к конкретной территории может определяться процентное и количественное соотношение структурных элементов городской растительности, принадлежащих различным ступеням иерархии.

Дальнейшее определение структуры городской растительности (в рамках данного исследования были экспериментально выделены наиболее яркие компоненты: пустыри, болота, заброшенные и неблагоустроенные зеленые территории; заповедные территории, охраняемые зеленые насаждения; придорожные полосы; городские парки, сады, скверы; вертикальное и крышное озеленение; городские фермы и огороды, питомники, палисадники) позволяет классифицировать ее элементы на основе принципа от «природного, естественного» к «преобразованному, урбанизированному» (рис. 3).

По процентным и количественным показателям балльной оценки элементов структуры можно сделать вывод: о степени вовлеченности различных типов городской растительности/зеленых насаждений в конкретные взаимосвязи между человеком, природой и материальной средой; относительно общей иерархии вовлеченности типов городской растительности/зеленых насаждений в городские процессы; по наличию/отсутствию представителей в том или ином уровне иерархии вовлеченности. В проведенном исследовании можно сделать следующие допущения: каждый структурный элемент иерархии имеет потенциальную максималь-

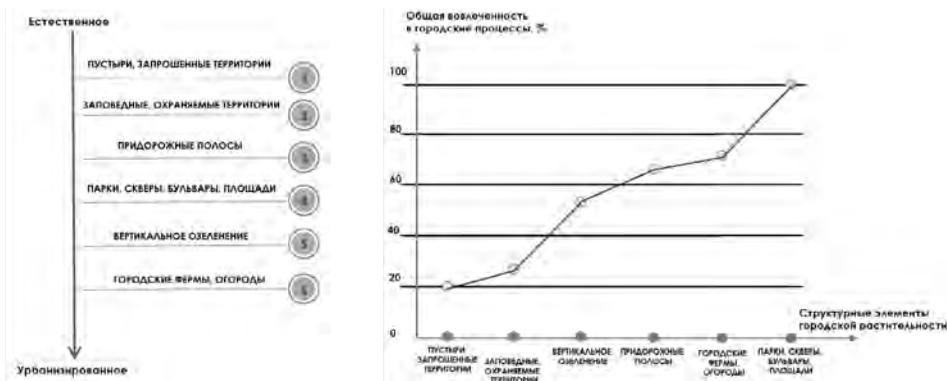


Рис. 3. Гипотетические инструменты классификации элементов городской растительности по степени их вовлеченности в социальные городские процессы

ную емкость задействованности в том или ином городском процессе; модель не статична, поскольку процессы и окружающая среда постоянно изменяются, структурные элементы могут менять свое положение в иерархии в определенных пределах (в зависимости от времени года, ситуации, внешних обстоятельств).

Очевидно, что наибольшей вовлеченностью в жизнедеятельность города обладают парки, скверы, сады, площади, а наименьшей – пустыри, заброшенные территории. Можно ли предположить, что природные компоненты, показывающие высокую степень включенности в социальные, культурные, экономические, экологические и прочие взаимодействия внутри городской системы, потенциально могут обладать более сильной деформационной устойчивостью? Существует ли связь между вариабельностью применимости с позиции потребления природного ресурса большим городом и его устойчивостью? Традиционные подходы к обсуждению «зеленых насаждений» давали однозначный ответ: рассчитываемые уровни рекреационной нагрузки были, своего рода, красной линией, после которой начиналось разрушение объекта. *Устойчивость объекта была синонимом его ненарушаемости.*

Сегодня мы меняем наши взгляды на растительность вообще и на городские природные комплексы в частности. Применяя данную гипотезу к конкретному поселению, можно сделать вывод о соотношении различных типов взаимодействий в нем, что может быть – в дальнейшем – основой выработки прогноза или стратегии смещения акцента развития городской среды в сторону того или иного обменного процесса. Определенный баланс этих процессов поможет смоделировать и обеспечить гибкость и адаптируемость городской экосистемы в изменяющихся условиях.

Традиционное нормативное регулирование озеленения в городах как правило сводится к определению границ и мест размещения природных объектов, а также требуемой площади и радиуса доступности озелененных территорий на человека. Предлагаемая модель-гипотеза требует выработки нового понятийного аппарата и системы нормативных параметров в целях плавного внедрения принципов, заложенных моделью, в проектирование и программирование развития конкретных территорий.

Имеющиеся подходы к осмыслению природных компонентов городской среды представляют собой *узкодисциплинарные взгляды*, не дающие в полной мере возможность увидеть роль и место этих компонентов с позиции городского планирования; в основном ориентированы на рассмотрение элементов городской раститель-

ности как объекта *проектного действия* или как *сопутствующий источник* существования антропогенной урбанизированной среды. По меткому замечанию, «стандартные критерии оценки городского пространства, которые применяются в наше время, просто не в силах справиться с такой мультифакторной и тонкой задачей» [16]. Разработка новых подходов и фокус на жизнеспособности обуславливают интерес к специфическим характеристикам адаптивности урбано-природной системы.

Дисциплинарно это гораздо ближе современному городскому планированию, что находит свое отражение даже на языковом уровне – в применении терминов «городская растительность», «городские леса», «городское лесное хозяйство», «городские фермы», «огородничество». Их использование вместо широко распространенных понятий «озеленение», «зеленые насаждения» и «озелененные территории» настраивает внутренний фокус на социально устойчивые протяженные во времени процессы, а не на проектирование физических параметров среды.

Все отмеченные нами попытки конструирования концепции *городской растительности* призваны задать критерии оценки различных природных элементов по степени их вовлеченности в различные городские процессы, что поможет спланировать развитие системы городских насаждений в зависимости от прогноза ее приспособляемости и адаптивности. Несмотря на отсутствие окончательной проработки концепции, динамичные характер и множественные дополнения, уже сегодня понятно, что в рамках деятельности описываемые нововведения будут подразумевать как минимум равновесность проектных и программных решений в отношении объектов городской растительности. Управление и стратегическое планирование должны будут стать неотъемлемой частью работы с природными компонентами. Традиционные проектные решения должны быть усилены, а в некоторых случаях полностью заменены сценарным проектированием и разработкой стратегических программ, с учетом соблюдения принципа деформационной устойчивости для разных структурных элементов городской растительности.

Несмотря на то, что выявленные в рамках данного исследования тренды и идеи не носят массового характера, они дают богатую пищу для дискуссии о необходимости расширения компетентного поля градостроительной деятельности. Город, который был в основном *поселением*, нуждался в планировании и поддержании жизнеспособности. В Городе, который становится все более и более концептом, востребованы

иные действия: в том числе реализация функций стратегического управления, технологического смарт-администрирования [15], оцифровывание материальных и виртуальных пространств [16]. Применение трансдисциплинарных инструментов заставляет, казалось бы, плотную крепко подогнанную друг к другу ткань градостроительной теории растягиваться в разные стороны, обнажая ее ячеистую структуру и множественные концептуальные «пробелы».

Исследование проведено в рамках работы над темой 2.2.1.1 «Формирование профессионального института современного градостроительства в разных странах мира» (рук. темы акад. Ю.П. Бочаров, отв. исп. доц. Н.Н. Жеблиенок).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ахмедова Е.А., Вавилонская Т.В. Принципы поэтапной реорганизации архитектурно-пространственной структуры городской среды на основе инновационных технологий // Градостроительство и архитектура. 2019. Т.9, №2. С. 68–79. DOI:10.17673/Vestnik.2019.02.10.
2. Sánchez, Diego & Tsukamoto, Yoshiharu & Gómez Lobo, Noemí. (2020). Pavilions revealing the possibility of Urban Forestry as Commons –Case studies on “Fire Foodies Club” and “Urban Foresters Club” at UABB-. *AIJ Journal of Technology and Design*. 26. 1230-1235. URL:https://www.researchgate.net/publication/346280075_Pavilions_revealing_the_possibility_of_Urban_Forestry_as_Commons_Case_studies_on_Fire_Foodies_Club_and_Urban_Foresters_Club_at_UABB.
3. Sánchez, Diego & Tsukamoto, Yoshiharu & WEN, Yeo & Gómez Lobo, Noemí. (2021). Rethinking urban forestry through resources accessibility. *AIJ Journal of Technology and Design*. 27. 1074-1079. 10.3130/aijt.27.1074. URL:https://www.researchgate.net/publication/352554340_RETHINKING_URBAN_FORESTRY_THROUGH_RESOURCES_ACCESSIBILITY_Yziyuanhenokusheshibiritiwoguantiantoshitadoushilin yenozaikao.
4. Sánchez, Diego & Tsukamoto, Yoshiharu & Gómez Lobo, Noemí. (2021). Tokyo Metropolitan Parks as Urban Forestry Assemblages Reframing more-than-human commons in the city. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*. 10.1080/13467581.2021.1974455. URL:https://www.researchgate.net/publication/354511016_Tokyo_Metropolitan_Parks_as_Urban_Forestry_AssemblagesReframing_more-than-human_commons_in_the_city.
5. Bjerke, Tore & Østdahl, Torbjørn & Thrane, Christer & Strumse, Einar. (2006). Vegetation density of urban parks and perceived appropriateness for recreation. *Urban Forestry & Urban Greening*. 35-44. 10.1016/j.ufug.2006.01.006. URL:https://www.researchgate.net/publication/223774145_Vegetation_density_of_urban_parks_and_perceived_appropriateness_for_recreation.
6. Бочаров Ю. П., Жеблиенок Н.Н., Жеблиенок М.А. Трансдисциплинарность как направление развития современного градостроительства // *Academia*. Архитектура и строительство. 2018. № 4. С. 66–73. DOI 10.22337/2077-9038-2018-4-66-73.
7. Репина Е.А., Курсова М.Г. Дихотомия пространства – пустота в архитектуре // *Градостроительство и архитектура*. 2022. Т. 12, № 2. С. 120–134. DOI: 10.17673/Vestnik.2022.02.16.
8. Ахмедова Е.А., Кузнецов И.И. Принципы сохранения историко-культурной многослойности общественных пространств: диалог времен // *Градостроительство и архитектура*. 2022. Т. 12, № 2. С. 54–62. DOI: 10.17673/Vestnik.2022.02.9.
9. Calvache, David & Navarro, Angie & F., Álvaro. (2019). Analysis of vegetation cover area as an urban environmental quality factor. *Revista de Ciencias Agrícolas*. 36. 95-107. 10.22267/rcia.193602.121. URL:https://www.researchgate.net/publication/342740665_Analysis_of_vegetation_cover_area_as_an_urban_environmental_quality_factor.
10. Tapiador, Francisco & Navarro Martínez, Andrés & Mezo, Josu & Llave, Sergio & Muñoz, Jesús. (2021). Urban Vegetation Leveraging Actions. *Sustainability*. 13. 4843. 10.3390/su13094843. URL:https://www.researchgate.net/publication/351135359_Urban_Vegetation_Leveraging_Action.
11. Parker, Jackie & Simpson, Greg. (2018). Public Green Infrastructure Contributes to City Livability: A Systematic Quantitative Review. *Land*. 7. 161. 10.3390/land7040161. URL:https://www.researchgate.net/publication/329762815_Public_Green_Infrastructure_Contributes_to_City_Livability_A_Systematic_Quantitative_Review
12. Konijnendijk van den Bosch, Cecil & Randrup, Thomas. (2004). *Urban Forestry*. URL:https://www.researchgate.net/publication/280562809_Urban_Forestry.
13. Carne, Ronald. (1994). Urban vegetation: ecological and social value. URL:https://www.researchgate.net/publication/259483936_Urban_vegetation_ecological_and_social_value.
14. Community and Quality of Life: Data Needs for Informed Decision Making (2002) National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. 2002. *Community and Quality of Life: Data Needs for Informed Decision Making*. Washington, DC: The National Academies Press. URL:https://doi.org/10.17226/10262. https://nap.nationalacademies.org/read/10262/chapter/4
15. Птичникова Г.А., Черничкина О.В. Информационно-технологическая модель общественного пространства современного города // *Градостроительство и архитектура*. 2019. Т.9, №2. С. 53–60. DOI: 10.17673/Vestnik.2019.02.8.
16. Колеватых Д.А. Ветви. Градообразование и человек // *Градостроительство и архитектура*. 2020. Т. 10, № 1. С. 101–110. DOI: 10.17673/Vestnik.2020.01.14.

REFERENCES

1. Akhmedova E.A., Vavilonskaya T.V. Principles of phased reorganization of the architectural and spatial structure of the urban environment based on innovative technologies. *Gradostroitel'stvo i arkhitektura*. [Urban Construction and Architecture], 2019, vol. 9, no 2, pp. 68–79. (in Russian) DOI:10.17673/Vestnik.2019.02.10.
2. Martin Sanchez D., Tsukamoto Y., Gomez Lobo N. Pavilions revealing the possibility of Urban Forestry as Commons –Case studies on «Fire Foodies Club» and «Urban Foresters Club» at UABB. *AIJ Journal of Technology and Design*, 2020, no 26(64), pp.1230-1235. DOI:10.3130/ajjt.26.1230. Available at: https://www.researchgate.net/publication/346280075_Pavilions_revealing_the_possibility_of_Urban_Forestry_as_Commons_Case_studies_on_Fire_Foodies_Club_and_Urban_Foresters_Club_at_UABB (accessed 17 March 2022).
3. Martin Sanchez D., Tsukamoto Y., Kai Wen Y., Gomez Lobo N. Rethinking urban forestry through resources accessibility. *AIJ Journal of Technology and Design*, 2021, no 27(66), pp.1074-1079. DOI:10.3130/ajjt.27.1074. Available at: https://www.researchgate.net/publication/352554340_Rethinking_urban_forestry_through_resources_accessibility_ziyuanhenokakeshibiritiwoguan-diantoshitadoushilinyenzozaikao (accessed 17 March 2021).
4. Martin Sanchez D., Tsukamoto Y., Gomez Lobo N. Tokyo Metropolitan Parks as Urban Forestry Assemblages Reframing more-than-human commons in the city. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 2021, vol. 21 (566). DOI:10.1080/13467581.2021.1974455. Available at: https://www.researchgate.net/publication/354511016_Tokyo_Metropolitan_Parks_as_Urban_Forestry_AssemblagesReframing_more-than-human_commons_in_the_city. (accessed 17 March 2021).
5. Bjerke T., Østdahl, T., Thrane C., Strumse E. Vegetation density of urban parks and perceived appropriateness for recreation. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2006, Vol.5, no. 1, pp. 35-44. DOI:10.1016/j.ufug.2006.01.006. Available at: https://www.researchgate.net/publication/223774145_Vegetation_density_of_urban_parks_and_perceived_appropriateness_for_recreation. (accessed 17 March 2021).
6. Bocharov Yu. P., Zheblienok N. N., Zheblienok M. A. Transdisciplinarity as a Direction for Development of Modern Urban Planning. *Academia. Arkhitektura i stroitel'stvo* [Scientific Journal «Academia. Architecture and Construction»], 2018, no. 4, pp. 66-73. (in Russian) DOI 10.22337/2077-9038-2018-4-66-73.
7. Repina E.A., Kursova M.G.Space-void dichotomy in architecture]. *Gradostroitel'stvo i arkhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2022, vol. 12, no 2, pp. 120–134. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2022.02.16.
8. Akhmedova E.A., Kuznetsov I.I. Principles of preservation of the historical and cultural multilayer public spaces: dialogue of times. *Gradostroitel'stvo i arkhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2022, vol. 12, no 2, pp. 54–62. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2022.02.16.
9. Andrés Calvache D., Navarro A., Ceballos F. A. Analysis of vegetation cover area as an urban environmental quality factor. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 2019, vol. 36, no 2, pp. 95-107. DOI:10.22267/rcia.193602.121. Available at: https://www.researchgate.net/publication/342740665_Analysis_of_vegetation_cover_area_as_an_urban_environmental_quality_factor (accessed 17 March 2021).
10. Tapiador, F.J., Navarro, A., Mezo, J., de la Llave, S., Muñoz, J. Urban Vegetation Leveraging Actions. *Sustainability*, 2021, 13. 4843. DOI:10.3390/su13094843. Available at: https://www.researchgate.net/publication/351135359_Urban_Vegetation_Leveraging_Action (accessed 17 March 2021).
11. Parker, J., Simpson, G. Public Green Infrastructure Contributes to City Livability: A Systematic Quantitative Review. *Land*, 2018, no.7. 161. DOI:10.3390/land7040161. Available at: https://www.researchgate.net/publication/329762815_Public_Green_Infrastructure_Contributes_to_City_Livability_A_Systematic_Quantitative_Review (accessed 17 March 2021).
12. Konijnendijk van den Bosch C., Randrup T. Ch. «Landscape Planning. Urban Forestry». *Encyclopedia of Forest Sciences*. Elsevier Sciences, 2004, pp. 471-478. Available at: https://www.researchgate.net/publication/280562809_Urban_Forestry (accessed 17 March 2021).
13. Carne J R. Urban vegetation: ecological and social value. Conference: National Greening Australia Conference. Fremantle, Western Australia, 1994, 19 p. Available at: URL:https://www.researchgate.net/publication/259483936_Urban_vegetation_ecological_and_social_value (accessed 17 March 2021).
14. Matter F. Community and Quality of Life: Data Needs for Informed Decision Making. Washington, DC, The National Academies Press, 2002, 191 p. DOI:10.17226/10262. Available at: <https://doi.org/10.17226/10262>. <https://nap.nationalacademies.org/read/10262/chapter/4> (accessed 17 March 2021).
15. Ptichnikova G.A., Chernichkina O.V. *Informatsionno-tehnologicheskaya model' obshchestvennogo prostanstva sovremennoy goroda* [Information technology model of modern city public space]. *Gradostroitel'stvo i arkhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2019, vol. 9, no 2, pp. 53–60. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2019.02.8.
16. Kolevatykh D.A. *Vetvi. Gradoobrazovanie i chelovek* [Fork. Urban planning and human]. *Gradostroitel'stvo i arkhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2020, vol. 10, no 1, pp. 101–110. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2020.01.14.

Об авторах:

ЖЕБЛИЕНОК Наталья Николаевна
кандидат архитектуры, профессор кафедры
градостроительства
Советник РААСН
Московский архитектурный институт
(государственная академия)
198013, Россия, г. Санкт-Петербург,
ул. Верейская, 12, кв.7
E-mail: natasha.zheblienok@yandex.ru

ZHEBLIENOK Natalia N.
PhD in Architecture, Professor of Urban Planning Chair
RAASN Advisor
Moscow Institute of Architecture State Academy
MARKHI
198013, Russia, Saint Petersburg, Vereyskay str., 12-7
E-mail: natasha.zheblienok@yandex.ru

ВАСИЛЬЕВА Ксения Андреевна
магистрант программы управления
пространственным развитием городов
Высшая школа урбанистики при Высшей школе
экономики
115582, Россия, г. Москва,
ул. Домодедовская, 44, кв. 101
E-mail: kvaksa30@gmail.com

VASILYEVA Kseniya A.
Master's Degree Student of the Undergraduate Program
«Urban spatial development management»
Higher School of Urban Studies at the Higher School
of Economics
115582, Russia, Moscow, Domodedovskaya str., 44,101
E-mail: kvaksa30@gmail.com

Для цитирования: Жеблиенок Н.Н., Васильева К.А. Трансдисциплинарные инструменты в современной градостроительной теории (на примере концепции «городская растительность») // Градостроительство и архитектура. 2022. Т. 12, № 4. С. 102–109. DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.13.

For citation: Zheblienok N.N., Vasilyeva K.A. Transdisciplinary Tools in Modern Urban Planning Theory (by the Example of the Concept of “Urban Vegetation”). *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2022, vol. 12, no. 4, pp. 102–109. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.13.

Н. Н. ЖЕБЛИЕНОК
С. В. МАЛИНИНА

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ НОВЫХ ПОСЕЛЕНИЙ (ОТЕЧЕСТВЕННАЯ ПРАКТИКА XX – НАЧАЛА XXI ВВ.)

METHODOLOGICAL ASPECTS OF DESIGNING NEW SETTLEMENTS
(NATIONAL PRACTICE OF THE XX - BEGINNING OF THE XXI CENTURIES)

Статья посвящена обобщению методического опыта в области проектирования новых поселений и городов в XX столетии. На примере текстов рекомендаций и руководств исследован процесс развертывания алгоритмов для решения планировочных задач. Вектор развития профессиональной мысли, заданный научным сообществом в период активного градостроения на основе ретроспективного осмысления практического материала, претерпел изменения. В процессе трансформации института градостроительной деятельности происходит ослабление связей между научным и практическим эшелонами градостроительного сообщества, затрудняются внедрение результатов научной мысли в практику проектирования, понимание между поколениями градостроителей. Делается предположение о тенденциях к нарастанию разрыва между теоретическими концепциями и практикой градостроительной деятельности, которые прогрессируют с 1980–1990-х гг. по настоящее время. Утверждается, что без системного осмысления, учитывающего генерализованный академический опыт и практику решения актуальных задач, качественная реализация современных градостроительных решений представляется недостижимой.

Ключевые слова: алгоритмы проектирования, методическое сопровождение градостроительства, строительство новых поселений, градостроительная деятельность

Естественный разрыв между теорией и практикой в градостроительстве обычно обсуждается (и осуждается) как нечто само собой разумеющееся. Но что если отсутствие естественных связей между теоретическими концепциями и проектно-организационными рутинами не является неотъемлемой частью градостроительной действительности?

The article is devoted to the synthesis of methodological experience in the design of new settlements and cities in the twentieth century. On the example of the texts of recommendations and guidelines the process of deployment of algorithms for solving planning problems is investigated. The vector of development of professional thought, set by the scientific community in the period of the active urban development on the basis of a retrospective understanding of the practical material, has undergone changes. In the process of transformation of the institution of urban planning the links between scientific and practical echelons of urban planning community weaken, implementation of scientific thought results into the practice of design and understanding between the generations of urban planners becomes more complicated. The paper suggests the trend of growing gap between theoretical concepts and practice of urban planning that has been evolving since 1980-1990s up to the present time. It is argued that without a systematic reflection that takes into account the generalized academic experience and the practice of solving current problems, the qualitative implementation of modern urban planning solutions seems unattainable.

Keywords: design algorithms, methodological support of urban planning, construction of new settlements, urban planning activities

В ходе изучения феномена «новое поселение» (и его влияния на процессы формирования института профессионального градостроительства¹⁾ авторы получили возможность с нового ракурса взглянуть на комплекс документов, текстов и высказываний, посвященных алгоритмам градостроительных решений. Обычно эти методические пособия, оформлен-

¹ Ранее по тематике исследования были опубликованы следующие статьи:

1. Жеблиенок Н.Н. Экосистемы градостроительства в постсоциалистическом контексте. Ч. 1. Бывшие советские республики: между «архитектурой» и «планировкой» // ACADEMIA. Архитектура и строительство. 2021. №3. С. 79–88.
2. Жеблиенок Н.Н., Малинина С.В. Некоторые аспекты развития концепции «нового города» в теории отечественного градостроительства // ACADEMIA. Архитектура и строительство. 2022. №3. С. 86–95.

ные в виде брошюр, не привлекают к себе активного исследовательского внимания. Однако в процессе систематизации их текстов стало очевидно, что они – не только рекомендации по проектированию. Их роль гораздо шире, они выступали мощным инструментом для внедрения теоретических идей непосредственно в деятельность планировщиков и проектировщиков. Представляемое исследование иллюстрирует промежуточные результаты проведенных обобщений и преследует две цели: 1) изложить некоторые новые данные относительно эволюции методических подходов к проектированию новых поселений в отечественном градостроительстве XX в. 2) привлечь внимание к утраченному в настоящее время институту методического сопровождения в градостроительстве, который (благодаря участию в его деятельности ведущих ученых) оставил нам огромный пласт малоизученного материала (особая ценность которого заключается в его синтетической природе, поскольку он не является ни теорией, ни практическими документами в чистом виде).

Актуальность изучения методических подходов к проблеме создания новых поселений обуславливается имеющимся [1, 2] интересом к восстановлению практики планомерного градообразования [1, с. 328] с целью обеспечения эффективности использования территории, безопасности, освоённости, формирования инновационной инфраструктуры, повышения качества жизни и т. д. При этом уровень осмысления актуальных подходов к проектированию поселений вызывает некоторые опасения. Так С.Д. Митягин отмечает: «...главная причина методологических ошибок и просчетов при подготовке градостроительной (как проектной, так и нормативной) документации связана с тем, что градостроители строят свою профессиональную деятельность исходя из «доперестроечных» представлений, норм и технологий пользования...» [2, с. 261].

Понимание современного градостроительства выходит за рамки конкретной деятельности по физическому преобразованию пространства. Оно, скорее, становится частью общественной жизни, «надотраслевой структурой» [3, с. 227], которая объединяет «процессы получения и комплекс уже реализованных достижений созидательной деятельности человека, связанных с формированием, развитием, обустройством и эксплуатацией искусственной среды его обитания...» [3, с. 227]. По мере формирования новых требований и запросов к организации пространственной среды человека соответственно меняются профессиональные принципы, подходы и методы проектирования городов. Градостроители перестают

ориентироваться на традиции прошлого периода и ищут способы реализации новых профессиональных идей, применения новых методов, и именно новые поселения становятся «полигонами», позволяющими максимально раскрыть и реализовать эти методы.

Методы проектирования новых поселений можно рассматривать в трех аспектах. Во-первых – как «технологию проектирования» – последовательность шагов, этапов и «смысловых блоков» самого проекта, основанных на совокупности требований методической, нормативно-правовой и технической документации, регламентов согласующих органов и т. д. Во-вторых – как организационно-ролевую структуру и коммуникацию в проектной команде. В-третьих – как индивидуальный метод специалиста, осуществляющего функции главного градостроителя (автора) проекта, поскольку личность проектировщика, его индивидуальный опыт «характерен для всей судьбы профессии градостроителя» [4, с. 5].

В конце XIX – начале XX в. градостроительная деятельность являлась частью архитектурно-градостроительного комплекса и осуществлялась в рамках профессиональной деятельности частных архитектурных организаций. На фоне усложнения профессиональных задач, роста интереса к осмыслению теоретических аспектов нарастает разделение труда и потребность в организации коллективных форм работы. При этом отсутствует заказчик на градостроительные проекты, контроль со стороны органов государственной власти, возможности для комплексного решения задач градостроительного уровня [5, с. 9]. В качестве проектного метода в таких условиях выступает авторский метод, присущий руководителю – автору проекта, который определяет технологию проектного производства и распределяет функции и задачи между учениками и помощниками.

В период активной реорганизации всех сфер деятельности государства в 1917–1920 гг. централизованная система проектирования включала градостроительный экспертный и проектный центр, методологический центр, теоретические и экспериментально-поисковые организации, территориальные архитектурные мастерские местных совдепов, а также проектные группы ведомств, главков и производственных объединений, рассчитанные на решение локальных задач [5, с. 11]. Проектная деятельность осуществлялась в рамках проектных мастерских с признанным мастером во главе. Заказчиком выступало государство. Пример мастерской Моссовета [5, с. 12] показывает, что, несмотря на атрибуты авторского метода, применялись также методы творческой работы: совмещались практическая

деятельность и учебно-теоретические занятия; применялся метод «чистого проектирования» (на перспективу) и т. д. В результате это позволило подготовить самостоятельных проектировщиков, как владеющих комплексным методическим подходом, так и обладающих творческой индивидуальностью.

Уже в этот период предпринимаются попытки обобщить представления о новых формах проектирования и строительства поселений, в том числе: применение комплексного подхода, отвечающего требованиям целесообразности принятых решений; обязательность обоснования решений; понимание плана развития города как единой программы развития городского хозяйства, духовной и социальной сферы; осуществление планировки на новых принципах социального строительства; необходимость четкого формулирования требований к проекту (заданию). Также осознается важность разработки новых норм и законопроектов, касающихся планировки и застройки городов и желательность рассмотрения важных проектов в рамках конкурсной процедуры с привлечением экспертов из разных областей.

В ноябре 1922 г. в Главном управлении коммунального хозяйства НКВД рассматривался проект декрета о составлении городских планов (рис. 1), в котором были сформулированы требования к содержанию документов, нормируемые показатели, процедура согласования, общая логика построения проектного процесса.

В период 1921–1928 гг. в рамках новой экономической политики перспективными оказались небольшие проектно-строительные организации. Проектные кооперативы, товарищества и акционерные общества, организаторами которых становились сами архитекторы, «..были переходной формой от проектирования «по людям» к организации проектирова-

ния по группам...» [5, с. 14]. В рамках управляемой интеграции проектных организаций с производством проектная отрасль строилась как индустрия. Это обусловило переход от авторских, творческих, групповых методов проектирования к потоковым – предполагавшим дифференциацию функций проектировщиков, узкую специализацию, определенную «ролевую структуру» рабочих коллективов.

В отдельное направление было выделено проектирование городов в рамках реализации Постановления СНК СССР «О методах к оздоровлению строительства» от 26 декабря 1929 г. Вместо разрозненных организаций и проектных групп в 1930 г. сформировано Проектно-планировочное бюро по строительству новых городов и поселков. На системной основе градостроительное планирование, проектирование новых и реконструкцию существующих городов осуществлял созданный в том же году Гипрогор, в структуру которого вошли филиалы и проектные организации на местах. В рамках такой организационной структуры объединялись проектировщики разных уровней и специализаций [5, с. 17].

Таким образом, организационная структура проектного дела в период конца XIX – первой половины XX в. (1933 г.) прошла сложный путь от частных архитектурных организаций через «постоянную адаптивную реорганизацию» [5, с. 25] к комплексной многоступенчатой структуре государственного подчинения. В условиях постоянных изменений организационной структуры проектного дела, полномочий, роли и «личности» заказчика, системы контроля и т. д. видоизменялись и методы проектирования. И если в сфере архитектурного проектирования сохранялась «цеховая линия», которая при ослаблении роли заказчика (ведомства) и контроле со стороны государства



Рис. 1. Методика проектирования и согласования городских планов (составлено авторами по материалам проекта декрета о составлении городских планов, 1922) [6, с. 18–19]

опиралась на принципы индивидуальности творческой идеи и коллективности ее реализации, то в сфере градостроительного проектирования, ориентированного к 1933 г. на создание целых промышленных городов, преобладали коллективные методы работы над проектом.

В сложный послевоенный период в профессиональных кругах преобладало ощущение дезорганизации и хаоса в архитектурно-градостроительной работе [7, с. 3], подвергались критической оценке общепризнанные творческие установки, наблюдалась новая волна апелляций к архитектурно-градостроительной науке [7, с. 5]. На научное обобщение несовершенной, по всеобщему признанию, градостроительной практики возлагалось слишком много надежд: при попытке обобщить практику наткнулись на недостаток времени, информации, отсутствие соответствующего методологического инструментария. Попытки изучать города постфактум не могли компенсировать отсутствия серьезной стадии предпроектных исследований и их рационального осмысления – тенденции, начавшей складываться в первой половине 1930-х гг. [7, с. 6]. Начало 1950-х гг. было временем, когда фактически активно готовилась психологическая почва для того, чтобы привести представления о городе и цель градостроительного процесса в соответствие с потребностями типового проектирования и технологий индустриального строительства [7, с. 7].

Уже в 1960-х, по мере накопления практического материала, нормативные принципы регламентации процесса градостроительного проектирования подвергаются критическому осмыслению. Методы проектирования новых городов в этот период регламентировались (помимо нормативно-правовых документов) методическими рекомендациями по проектированию новых городов и связаны преимущественно с секцией по планированию новых городов ЦНИИП градостроительства и именем И.М. Смольяра.

В 1970 г., на основании обобщения опыта проектирования новых городов 1964 – 1969 гг., вышло пособие для проектировщиков «Планировка новых городов», в котором подробно рассматривается методология проектирования, выделяются основные этапы комплексного проектирования.

Изданное в 1973 г. методическое пособие «Генеральные планы новых городов. Методическое пособие по проектированию» (под ред. И.М. Смольяра) уточняет и углубляет редакцию 1970 г. А «Руководство по проектированию новых городов» 1982 г. завершает комплекс материалов, определяющих методику проектирования новых городов. Обращает на себя внимание,

что методические пособия были выполнены, с одной стороны, в виде элементарных пошаговых рекомендаций и частично напоминали сухой динамичный стиль обычного СНиПа. Но с другой – авторство И.М. Смольяра и других исследователей позволило превратить текст рекомендаций в прикладной путеводитель по научным концепциям середины XX в., они позволяли внедрять целый ряд передовых идей, расшифровывали и популяризировали систему взглядов на новые поселения.

Принципы функционализма и соответствующие им методы проектирования сохраняли свою актуальность в период ускоренного и масштабного градостроительного развития, обеспечивая решение социальных задач. Однако по мере роста и развития новых городов наблюдается усложнение происходящих в них процессов, становится очевидным неоправданность и несостоятельность методов, в основе которых лежит жесткий рационализм и узкофункциональный подход.

Принципы планировочной организации города также претерпевают изменения. В начале XX в. понятие городской планировки строилось преимущественно на представлении о важности геометрически выверенного рисунка плана. Функционалистский подход, ставший во главу угла содержательные характеристики разных функциональных зон и их взаимосвязь между собой, перевел в разряд второстепенных структурно-геометрические свойства планировки. При этом город понимался как статичная пространственная система, призванная обеспечивать процессы жизнедеятельности. В послевоенный период присутствуют две разнонаправленные тенденции – функционалистский подход и геометрические приемы (симметрия) как способ «сверхорганизации» пространства города [7, с. 5]. К 1960-м гг. на фоне усложнения представлений о городе идет развитие динамических концепций в градостроительстве и структурный подход к планировке, при котором основополагающими становятся вопросы территориального развития планировочной структуры, ее «открытости», а также распределение городских функций в зависимости от характера городской активности. Синтез функциональных и динамических концепций приводит к формированию структурно-функционального подхода [4, с. 40].

Исследуя вопросы методологии проектирования новых городов периода 1960-1970-х гг., И. М. Смольяра, помимо систематизации и типологизации применяемых теоретических и практических методов и подходов, разрабатывает ряд гипотез прогностического характера, выделяет изучение проектирования новых городов в отдельное направление в градострои-

тельной теории. Научно-прогностический подход характеризуется как приоритетный в связи с новизной и сложностью градостроительного проектирования новых городов. При этом обозначается важный с точки зрения настоящего исследования момент: сроки проектирования генеральных планов новых поселений должны учитывать перспективы развития не на 25–30 лет, а на 50–100 лет. И это важное, принципиальное отличие в теоретическом подходе к методам проектирования нового города: речь идет не о градостроительном проектировании, а о градостроительном прогнозировании. Такие сроки определяют специфику методов и средств прогнозирования: логическое моделирование, экспериментальные проектно-прогнозные разработки и т. д. [8].

К 1980-м гг. в градостроительной теории «... город предстает как процесс, протекающий в определенной пространственной среде, а не как среда, взятая сама по себе, инертная пространственная оболочка этого процесса. Эта «социализация» и «очеловечивание» города как объекта проектирования и исследования составляет главную отличительную особенность современного этапа эволюции градостро-

ительного мышления. Она все более отчетливо осознается проникательными исследователями города...» [4, с. 41].

Анализ показал, что уже в методике, описанной в «руководстве...» 1982 г., отражено понимание города как процесса (рис. 2). Сам процесс проектирования при этом понимался и как отдельный этап в формировании нового поселения, и как процесс, начинающийся задолго до выбора площадки (этапы районной планировки, подготовка плана экономического развития и т. д.), а заканчивается участием проектировщика в строительстве, разработке рабочей документации, корректировке проектных решений на стадии реализации.

Согласно методическим рекомендациям, задачи и функции проектировщика включали в этот период не только проектные работы, но и стадию планирования и предпроектные изыскания (рис. 3).

С технологической точки зрения процесс создания новых поселений представлял собой последовательное взаимодействие органов государственной власти, плановых, административно-хозяйственных органов, проектных институтов и строительных организаций. Непосредственно



Рис. 2. Последовательность и виды планировочных работ по размещению нового города (в период 1980-х гг.) (составлено авторами по материалам Руководства по проектированию новых городов, 1982 г.) [9, с. 14]



Рис. 3. Основные функции и задачи проектировщика (генерального проектировщика) (в период 1980-х гг.) (составлено авторами по материалам Руководства по проектированию новых городов, 1982 г.) [9, с. 7–9]

проектирование осуществлялось профильными проектными организациями. Содержание проектов и стадийность проектных работ, помимо нормативных документов, определялось необходимостью придерживаться современных научно-методических принципов градостроительства, что в теории обеспечивало внедрение научных методов и разработок в проектный процесс.

Типология новых поселений («новых городов», «городов-новостроек») связана с условиями возникновения и профилем градообразующей базы (промышленное предприятие, объект энергетики, научно-производственный комплекс), при этом строительство градообразующего объекта являлось непосредственным и единственным стимулом для пуска всего комплекса работ по строительству нового поселения.

При этом последовательность и стадийность проектирования, строительства и раз-

вития города, его становления, закладывались в проектных материалах, и даже при параллельном проектировании предполагалось соблюдение соответствующих этапов. Обязательной частью проекта являлись проекты детальной планировки, проекты узлов и пр., корректировка этих проектов. Такая схема (рис. 4) обеспечивала достижение единства проектного решения, сокращение сроков реализации, избавление от ряда ошибок на ранних этапах реализации проекта, комплексность строительства, а также позволяла определять перспективы развития на долгосрочную и краткосрочную перспективу (рис. 5).

Сводная технологическая схема, описывающая методику проектирования (рис. 6) нового города от уровня системы расселения до этапа реализации проекта на начало 1980-х, выглядела следующим образом.

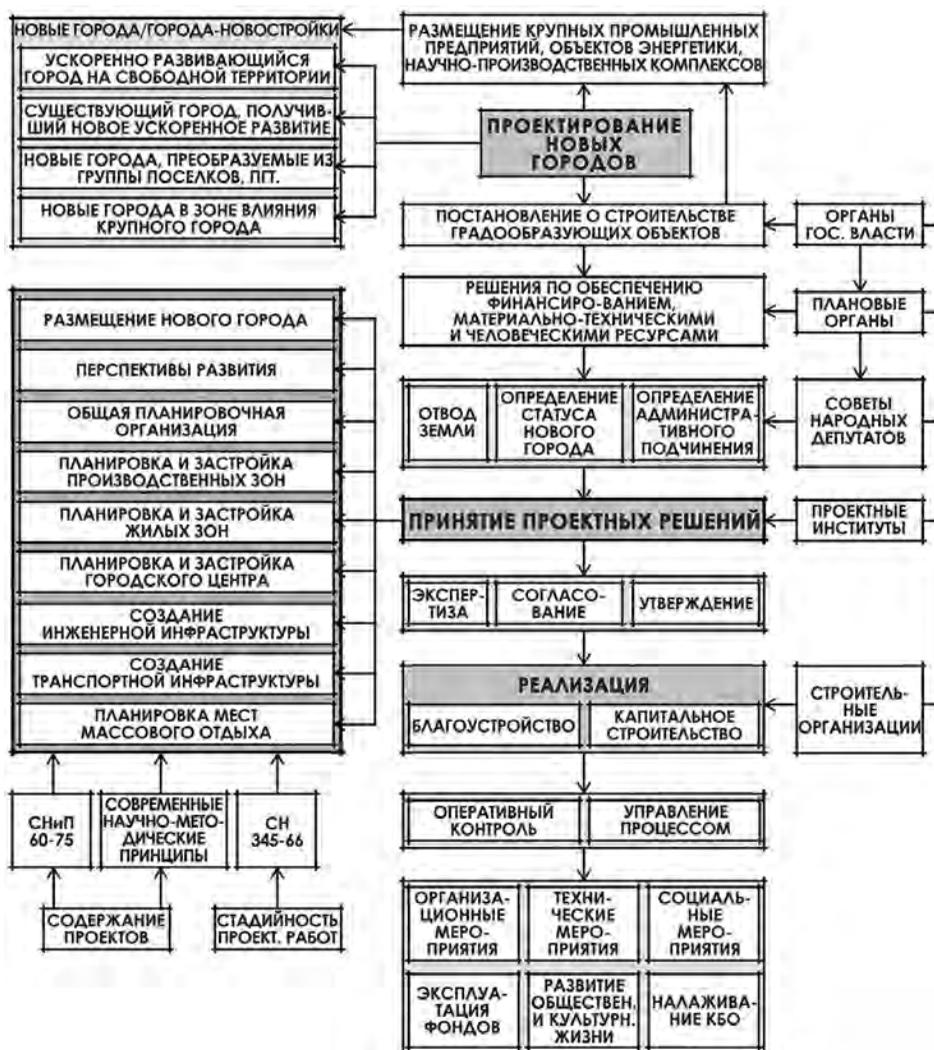


Рис. 4. Общая схема процесса создания нового города (в период 1980-х гг.) (составлено авторами по материалам Руководства по проектированию новых городов, 1982 г.) [9, с. 3–7, 9]



Рис. 5. Взаимосвязь проектных работ, в т.ч. первоочередных проектных работ, с этапами реализации (составлено авторами по материалам Руководства по проектированию новых городов, 1982 г.) [9, с. 25]

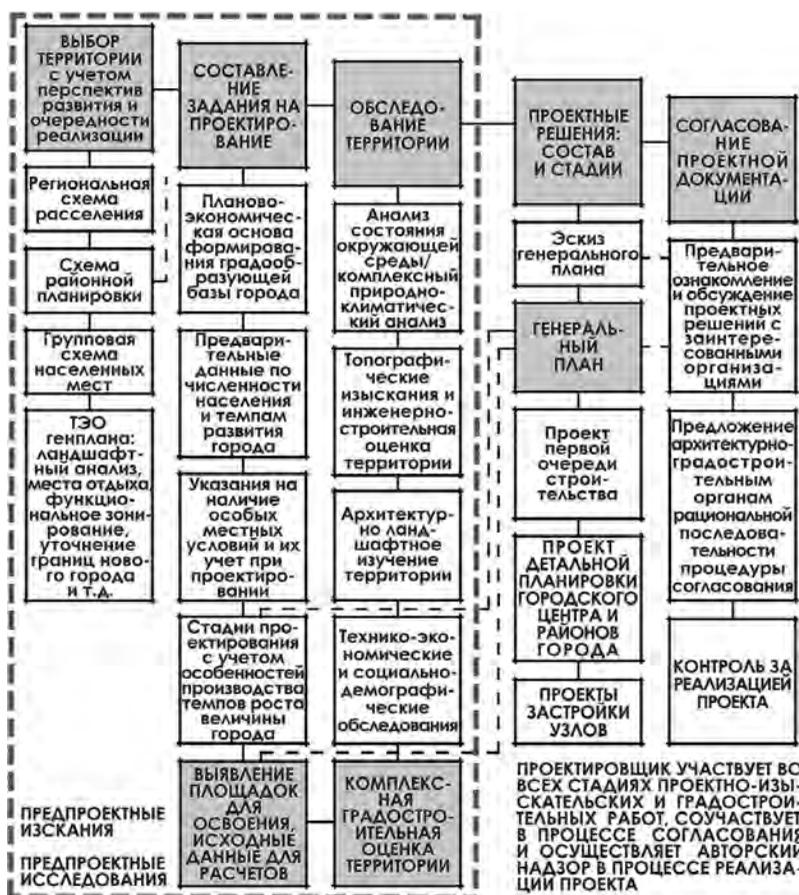


Рис. 6. Технологическая схема подготовки градостроительной документации (составлено авторами по материалам Руководства по проектированию новых городов, 1982 г.) [9]

Принципы функционального зонирования города и его расчетных структурных единиц уже к 1960-1970-м гг. утрачивали свою актуальность и жизнеспособность, но к 1980-м сохранились в нормативно-методическом поле, а также в профессиональных образовательных про-

граммах. В это время одним из перспективных направлений теоретических разработок становится отказ от представления о городе как об автономном объекте и переход к представлению о нем как о «сложном динамическом объекте, непрерывно развивающемся в пространстве

и времени...» [4, с. 10]. Меняется и представление о планировочных принципах: «...в основу моделирования планировочной структуры города должен быть положен более широкий и гибкий принцип, чем функциональное зонирование в его традиционном понимании. Это означает, что дифференциация элементов планировочной структуры не может осуществляться исключительно на основе выявления доминирующего на той или иной территории типа деятельности, а должна исходить из более универсальной, обобщенной характеристики процесса городской жизни...» [4, с. 22].

К началу 1980-х теоретиками разрабатывается новая стратегия градостроительного проектирования, в соответствии с которой градостроительный проект должен включать принципиальный структурный план, в составе которого осуществляются несколько альтернативных вариантов развития, при этом генеральный план составляется только на первый этап развития как основа для выбора альтернатив на следующем этапе [4, с. 43].

Таким образом, на смену проекту приходит прогноз – как оптимальный способ изучения сложных систем и определения наиболее вероятного результата их развития, «...научное прогнозирование становится необходимым компонентом разработки эффективного градостроительного проекта, а стратегия проектирования не может игнорироваться при составлении научного прогноза. Сочетание методов проектирования и прогнозирования – одно из важнейших отличий современного научно-обоснованного подхода к управлению развитием городов, необходимое условие эффективной градостроительной политики...» [4, с. 44].

Учитывая развитие технологий и внедрение их в проектный процесс, к концу XX – началу XXI в. прогнозировался взрывной рост внедрения методов компьютерного анализа, обработки данных и развития **методов моделирования городских процессов** (рис. 7), которые лягут в основу такой перспективной области методологии, как прогнозирование на основе обработки больших массивов данных.

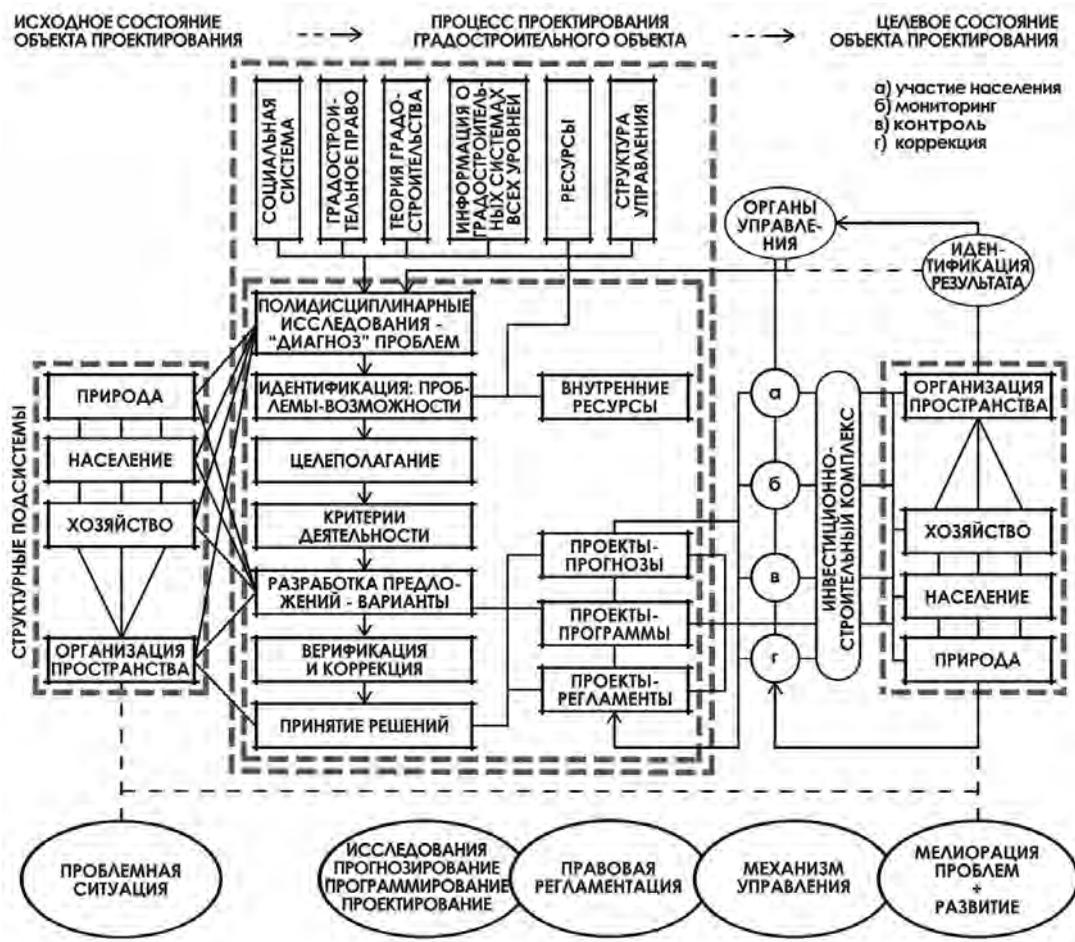


Рис. 7. Системная модель градостроительного проектирования по Смоляру И.М., 1995 г. [10, с. 20]

Как показывает практика, эти идеи не получили должного развития: с 1990-х идет процесс, противоречащий установкам исследователей 1980-х. С одной стороны, развивается понимание города как процесса, изучаются зарубежные методы и приемы проектирования, с другой – сохраняются формальные ограничения нормативно-правового порядка. На этом фоне игнорируются вопросы изменения методических подходов.

После 1990-х гг. исследователи неоднократно анализировали изменения в градостроительном проектировании и предлагали схему оптимизации и рационализации процесса на научной основе.

Период 1989–1995 гг. характеризовался резким сокращением количества градостроительных проектов, нарастающими процессами разрушения профессиональных институтов градостроительного профиля, болезненными процессами разгосударствления и монополизации проектного дела [10]. Констатируя объективность и необратимость данных процессов, И.М. Смоляр сформулировал ряд предложений в отношении теоретических методов и подходов к проектированию в новых условиях, разработал **новую системную модель градостроительного проектирования** – систему операций по разработке и принятию градостроительных решений, исходя из которой может уточняться стабильность и правовой статус градостроительных проектов [10].

В рамках данных предложений генеральный план переходит в разряд «стратегического вариативного прогноза», а проект застройки становится основным правовым актом. При этом исследовательская и прогностическая функция генеральных планов уже в тот период характеризуется как «откровенно слабая, беспомощная и атрофированная», требующая серьезной модернизации. В дальнейшем эта ситуация усугубилась, и в настоящее время генеральный план (как документ планирования) проиграл в битве за право стать стратегией, объединяющей теорию и практику. В 1970–1990-х гг. в такой «синтетической» роли выступали методические документы разных типов и форм. Будучи зачастую выполненными видными учеными или в соавторстве с ними, они давали конкретные прикладные алгоритмы, позволяющие пошагово, в малых дозах внедрять инновационные решения и концепции непосредственно в проектную практику.

Необходимость трансформации модели генерального плана, его правовой атрибуции, места генерального плана города в общей системе градостроительного проектирования и модернизации методов проектирования [10]

была очевидна уже в 1990-х гг. Так, предметом разработки генерального плана предлагалось считать не итоговый результат, а «модель градостроительного процесса, облаченную в форму планировочной концепции развития на обозримое будущее...» [10], что предполагает замену понятия «проект» на понятие «прогноз» (рис. 8). И.М. Смоляр выдвигал соответствующие предложения по трансформации методологии градостроительного проектирования в новых социально-экономических условиях; с учетом новых требований нормативно-правового характера была предложена новая операционная модель процесса разработки генерального плана города [10].

В условиях новой действительности исследовательские задачи не просто становятся организационной частью проектирования (предпроектный анализ, предпроектные исследования), но – необходимой частью проектного процесса. Стоит отметить, что за последние три десятилетия этот процесс носил экспоненциальный характер, что связано с разрушением институтов сбора и обработки исходных данных для проектирования, масштабным снижением аналитического и ресурсного потенциала проектных и статистических организаций, исчезновением и (или) коммерциализацией связей между держателями информации.

Суть предлагаемой методики заключалась в том, чтобы, вместо детальной разработки всей организации города и ее правовых рамок, в генеральном плане выделять «опорные элементы городской структуры, находящиеся в ведении городских служб и обеспечивающие стабильность развития планировочной структуры и связанность городов в агломерациях и региональных системах расселения» [10].

Предложенная методика (рис. 9) не была внедрена в практику и не закреплена в нормативно-правовом поле градостроительной деятельности.

Сегодня градостроительная деятельность связана «с правовым и нормативным регулированием федеральных, региональных и муниципальных, а также отраслевых и частных мероприятий в области планировочной организации территории, землеустройства и капитального строительства объектов различного назначения» [11, с. 54].

Задаваясь вопросами соответствия нормативно-правового поля градостроительной деятельности с теорией и методикой проектирования, соответствия терминов, понятий, рассмотрению вопросов видов собственности, полномочий и т. д., современные исследователи полагают, что «...без ответа на эти вопросы любые правки Градостроительного и Земельного

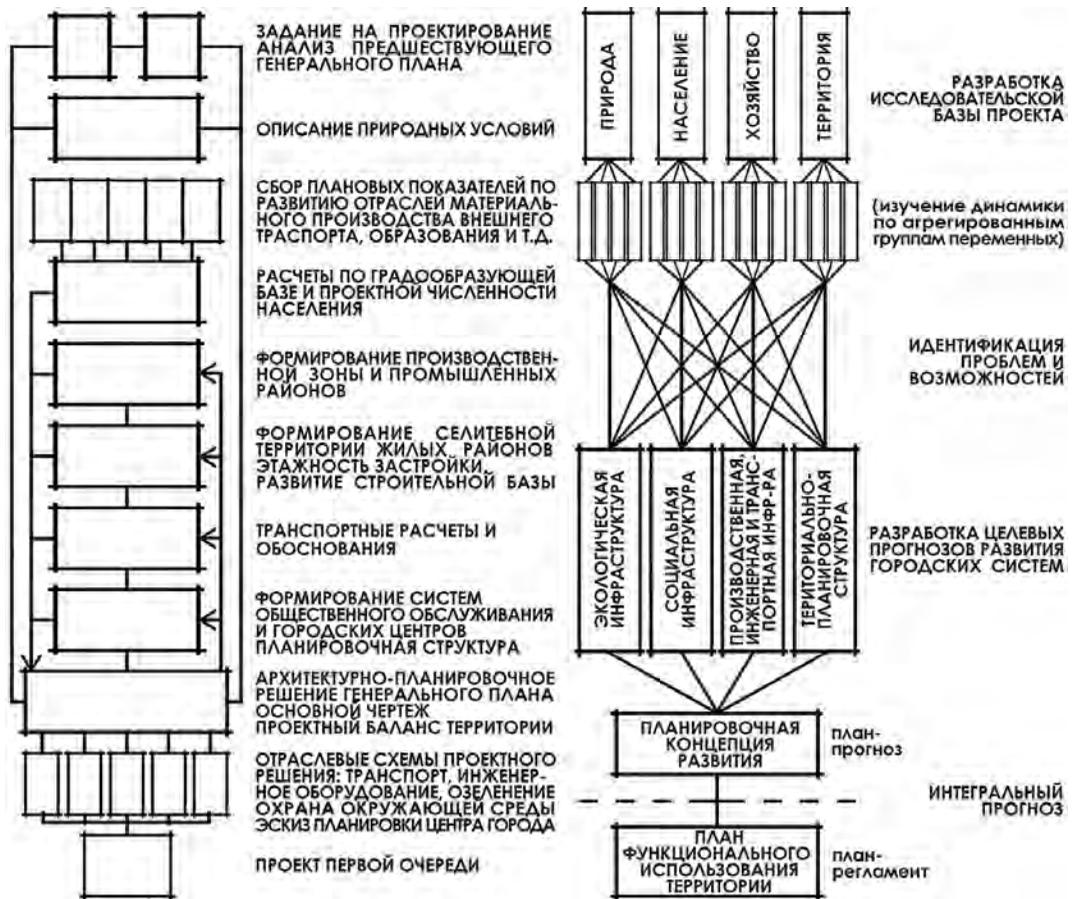


Рис. 8. Системная модель градостроительного проектирования по Смоляру И.М., 1995 г. [10, с. 64–65].



Рис 9. Операционная модель разработки генерального плана города по Смоляру И.М., 1995 г. [10, с. 69]

кодексов Российской Федерации не дадут позитивного эффекта, не приблизят отечественное градостроительство к нормам цивилизованной и общественно-полезной пространственной организации страны, не смогут обеспечить необходимых условий устойчивого и безопасного развития...» [2, с. 139].

Технологическая модель (рис. 10) подготовки градостроительной документации [2, с. 139] иллюстрирует сохранение в правовом поле градостроительной деятельности функционального и нормативного принципов, теперь уже закрепленных юридически на уровне градостроительного зонирования с четкой регламентацией видов разрешенного использования земельных участков и многоступенчатым процессом переосмысления и трансформации этих документов.

Таким образом, градостроительное проектирование из разряда аналитических и прогнозных документов, с уровня эволюционного подхода к градостроительному планированию, перешло в разряд технической документации и фактически не участвует в настоящее время в решении задач прогнозирования. Прогнози-

рование полностью делегировано экономике и правовым документам. Градостроительные же прогнозы рассматриваются, скорее, в номинации художественных идей и футуризма. Могут ли быть созданы новые механизмы, позволяющие градостроительству выдвигать собственные взгляды на будущее и искать возможности для сочетания собственных отраслевых взглядов на будущее с идеями экономистов и юристов?

Отказ от специализированного научно-аналитического градостроительного обеспечения проектной деятельности является, в некотором роде, шагом назад, переводит градостроительное проектирование в разряд технической документации, а упразднение проектов детальной планировки переводит планировочные решения в сферу мастер-планирования, которая методически и законодательно не обеспечена и необязательна к исполнению.

С.Д. Митягин констатирует, что «...исключение из отечественной градостроительной практики всего лишь одного документа – проекта (схемы) застройки квартала независимо от его назначения... привело к краху всю систему градорегулирования, замене ее архитектурно-композиционной составляющей случайными и конъюнктурными установками коммерческого землеустройства...» [2, с. 137]. Происходящие в городской индустрии изменения подразумевают масштабные трансформации логики проектирования процесса. Сегодня он

требует от проектировщика универсальности и гибкости, высоких организационных способностей. Фактически методика проектирования вырабатывается индивидуальным порядком – на основе адаптации к конкретным условиям специалистов различного профиля с разнообразной базовой подготовкой.

Общие заключения по материалам проведенных исследований могут быть сформулированы следующим образом:

1. Система градостроительного проектирования новых поселений хорошо иллюстрирует внутренние процессы эволюции экосистемы отечественного градостроительства. Особенно ярко это проявляется в ходе развития методической составляющей: по мере накопления фактического материала – реализованных проектов новых городов – методические алгоритмы усложнялись; получили развитие и научное обоснование такие составляющие, как участие проектировщика на разных стадиях, проекты первой очереди, пусковые комплексы и т. д. Исследователи стремились актуализировать существующие подходы к проектированию новых поселений, выявить основные направления изменения характера профессиональной деятельности, развития методики проектирования и трансформации требований к градостроительному проекту.

2. В настоящее время технология проектно-производства в целом не утратила своей актуальности в той части, которая носит приклад-



Рис. 10. Технологическая модель подготовки градостроительной документации (по Митягину С.Д., 2016 г. [2, с. 139])

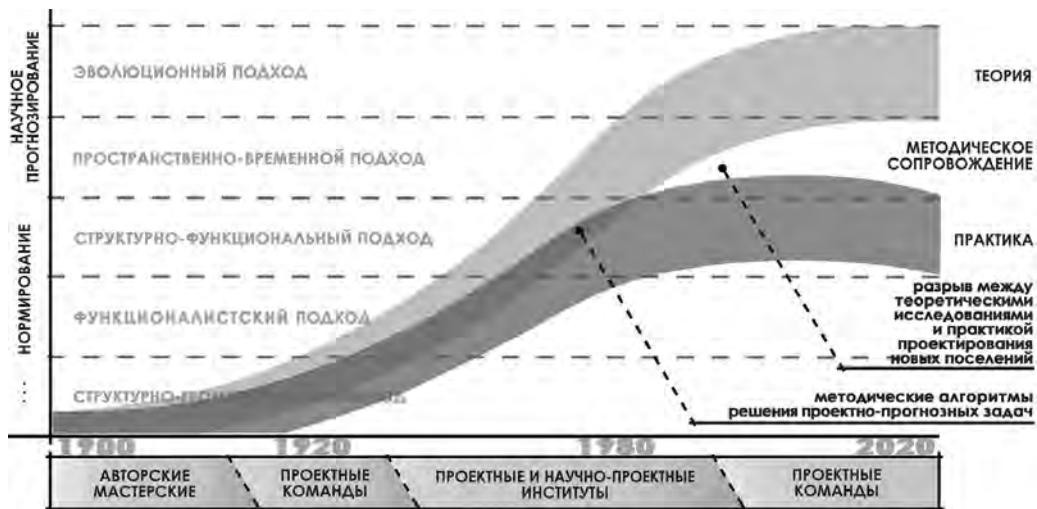


Рис. 11. Логика развития теоретической и прикладной составляющей отечественного градостроительства очевидно характеризуется дефицитом материалов, позволяющих объединять концепции и прикладные проектные действия. Есть потребность в возрождении утраченного института методического сопровождения в градостроительстве (схема авторов)

ной характер. Однако произошло упрощение проектного процесса посредством упразднения ряда стадий проектирования, исключения научно-аналитической и прогнозной составляющих либо их формализацией.

3. Утрачен вектор на установление исследовательской функции как обязательной части проектного процесса. Особенно наглядно это видно на примере проектирования новых поселений, и здесь же максимально проявляются негативные последствия этой утраты.

4. Действующие нормы и требования в значительной степени наследуют материалам, которые в теоретических работах описывались как устаревшие уже в 1980-х гг., например принцип функционального зонирования не только сохраняется, он обрел «юридический статус» в виде градостроительного зонирования.

5. Методические требования, рекомендации, как и многие нормативные акты, были упразднены либо потеряли актуальность (рис. 11). Трансформировалась структура ролевого взаимодействия в градостроительной деятельности «заказчик–подрядчик–проектировщик, экспертиза и т. д.». Приобрели имитационный характер такие процедуры, как определение очередности реализации, расчет численности населения и т. д. Как следствие – изменились, упростились либо утеряны профессиональные подходы к проектированию новых поселений.

6. Процедура согласования градостроительных проектов формализовалась, упразднен институт профессиональной экспертизы проектов. На уровне государственного контроля и экспертизы не существует отдельной процедуры

рассмотрения проектов новых поселений, что не позволяет в полной мере оценить и учесть специфику проектирования такого рода объектов.

Комплекс мероприятий по проектированию нового города претерпел изменения в сторону упрощения и формального исключения важнейших прогнозных аспектов, включая очередность строительства, определение пусковых комплексов и пр., это упрощение (и удешевление) проектов. Существенно сократился блок нормативно-правового характера, но не за счет регламентации и формализации количественных характеристик проекта, а за счет творческой и аналитической составляющих. Из комплекса работ исключена районная планировка и планирование развития расселения, эти вопросы перешли в разряд социально-экономических и стратегических документов. Вопросы расселения и размещения новых поселений зачастую сегодня решаются не аналитически-прогноznым путем, а «в ручном режиме», путем «назначения». Таким образом, эстетическая, новаторская и научно-аналитическая база градостроительного проекта остается в ведении конкретного проектировщика. На фоне изменений, произошедших в профессиональной сфере, научно обоснованные методы проектирования новых городов почти не востребованы, а широкое распространение получили индивидуальные авторские методы и подходы к проектированию.

Все упоминаемые обстоятельства – это потенциальное поле для дальнейшего улучшения и развития различных составляющих градостроительной деятельности. Учитывая заявленную (в том числе на государственном

уровне) актуальность строительства новых поселений, необходимо внимательно отнестись к тому – как, в какой логике и согласно каким принципам новые поселения могут создаваться. Важным инструментом в регулировании этих процессов может стать и возрождение традиций методического сопровождения, которая позволит расширить проектные алгоритмы и внедрять передовые идеи в проектную практику.

Исследование ведётся в рамках научной темы ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России» 2.2.1.1 «Формирование профессионального института градостроительства в разных странах мира».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мазяев А.Г. Территориальная проблематика научно-инновационной деятельности в контексте инновационной экономики // *Фундаментальные, поисковые и прикладные исследования Российской академии архитектуры и строительных наук по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли Российской Федерации в 2018 году: сб. науч. тр. РААСН. Т. 1. М.: Издательство АСВ, 2019. С. 328–339.*
2. Митягин С.Д. Градостроительство. Эпоха перемен. СПб.: Зодчий, 2016. 280 с.
3. Бочаров Ю.П., Жеблиенок Н.Н. Формирование научных основ междисциплинарного взаимодействия в градостроительстве // *Фундаментальные, поисковые и прикладные исследования Российской академии архитектуры и строительных наук по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли Российской Федерации в 2018 году: сб. науч. тр. РААСН. Т. 1. М.: Издательство АСВ, 2019. С. 222–230.*
4. Гутнов А.Э. Эволюция градостроительства. М.: Стройиздат, 1984. 256 с.
5. Казусь И.А. Организация архитектурно-градостроительного проектирования в СССР: этапы, проблемы, противоречия (1917–1933): автореф. дис. ... канд. арх. М., 2001. 30 с.
6. Сообщение газеты «Правда» о рассмотрении в Главном управлении коммунального хозяйства НКВД проекта декрета о составлении городских планов, 4 ноября 1922 г. // *Из истории советской архитектуры 1917–1925. Документы и материалы. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 252 с.*
7. Косенкова Ю.Л. Профессиональная самооценка советских архитекторов в переходный период (первая половина 1950-х годов) // *Электронный журнал АМІТ (Architecture and Modern Information Technologies), спецвыпуск (№ 5), 2015. <http://www.marhi.ru/AMIT/2015/special/kosen/kosen.pdf>*
8. Смоляр И.М. Проблемы методологии планировки новых городов.: автореф. дис. ... д-ра арх. М., 1976. 56 с.
9. Руководство по проектированию новых городов. М.: Стройиздат, 1982. 87 с.
10. Смоляр И.М. Принципы градостроительного проектирования и предложения по разработке генеральных планов городов в новых социально-экономических условиях. М., 1995. 96 с.
11. Митягин С.Д. Особенности современной проектной градостроительной деятельности в России // *Academia. Архитектура и строительство. 2021. № 2. С. 54 – 62.*

REFERENCES

1. Mazaev A.G. Territorial problems of scientific and innovative activity in the context of innovative economy. *Fundamental'nye, poiskovye i prikladnye issledovaniya Rossijskoj akademii arhitektury i stroitel'nyh nauk po nauchnomu obespecheniyu razvitiya arhitektury, gradostroitel'stva i stroitel'noj otrasli Rossijskoj Federacii v 2018 godu: Sb. nauch. tr. RAASN [Fundamental, exploratory and applied research of the Russian Academy of Architecture and Building Sciences on scientific support for the development of architecture, urban planning and the construction industry of the Russian Federation in 2018: Sat. nauch. tr. RAASN]. Moscow, ASV Publ., 2019, vol. 9, pp. 328-339. (in Russian)*
2. Mityagin S.D. *Gradostroitel'stvo. Epoha peremen [Urban planning. The Era of Change]. Saint Petersburg, Zodchij Publ., 2019. 280 p.*
3. Bocharov Yu.P., Zheblienok N.N. Formation of scientific foundations of interdisciplinary interaction in urban planning. *Fundamental'nye, poiskovye i prikladnye issledovaniya Rossijskoj akademii arhitektury i stroitel'nyh nauk po nauchnomu obespecheniyu razvitiya arhitektury, gradostroitel'stva i stroitel'noj otrasli Rossijskoj Federacii v 2018 godu: Sb. nauch. tr. RAASN [Fundamental, exploratory and applied research of the Russian Academy of Architecture and Building Sciences on scientific support for the development of architecture, urban planning and the construction industry of the Russian Federation in 2018: Sat. nauch. tr. RAASN]. Moscow, ASV Publ., 2019, vol. 9, pp. 222 – 230. (in Russian)*
4. Gutnov A.E. *Evolyuciya gradostroitel'stva [The evolution of urban planning]. Moscow, Strojizdat Publ., 1984. 256 p.*
5. Kazus'. I.A. *Organizaciya arhitekturno-gradostroitel'nogo proektirovaniya v SSSR: etapy, problemy, protivorechiya (1917 – 1933). Abs. Kand. Doss. [Organization of architectural and urban planning design in the USSR: stages, problems, contradictions (1917 – 1933). Abs. Cand. Diss.]. Moscow, 2001. 30 p.*
6. The report of the newspaper “Pravda” on the consideration of the draft decree on the preparation of city plans in the Main Department of Communal Services of the NKVD, November 4, 1922. *Iz istorii sovetskoy arhitektury 1917-1925. Dokumenty i materialy [From the history of Soviet architecture 1917-1925. Documents and materials]. Moscow, Izd-vo Akademii nauk SSSR Publ., 1963. 252 p.*

7. Kosenkova Yu.L. Professional self-assessment of Soviet architects during the transition period (the first half of the 1950s). *Elektronnyj zhurnal AMIT* [Electronic magazine AMIT] (Architecture and Modern Information Technologies), 2015, no. 5, pp. 1-9. (in Russian))

8. Smolyar I.M. *Problemy metodologii planirovki novyh gorodov. Abs. Dokt, Diss.* [Problems of methodology of planning of new cities. Abs. Doct. Diss.]. Moscow, 1976. 56 p.

9. *Rukovodstvo po proektirovaniyu novyh gorodov* [Guide to the design of new cities]. Moscow, Strojizdat Publ., 1982. 87 p.

10. Smolyar I.M. *Principy gradostroitel'nogo proektirovaniya i predlozheniya po razrabotke general'nyh planov gorodov v novyh social'no-ekonomicheskikh usloviyah* [Principles of urban planning design and proposals for the development of master plans of cities in new socio-economic conditions]. Moscow, 1995. 96 p.

11. Mityagin S.D. Features of modern urban planning project activity in Russia. *Academia. Arkhitektura i stroitel'stvo* [Academia. Architecture and Construction], 2021, no. 2, pp. 54-62 (in Russian)

Об авторах:

ЖЕБЛИЕНОК Наталья Николаевна
кандидат архитектуры, профессор кафедры градостроительства
Советник РААСН
Московский архитектурный институт (государственная академия)
198013, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Верейская, 12, кв.7
E-mail: natasha.zheblienok@yandex.ru

ZHEBLIENOK Natalia N.
PhD in Architecture, Professor of Urban Planning Chair
RAASN Advisor
Moscow Institute of Architecture State Academy
MARKHI
198013, Russia, Saint Petersburg, Vereyskay str., 12-7
E-mail: natasha.zheblienok@yandex.ru

МАЛИНИНА Светлана Владимировна
архитектор
ООО «Ленгипрогор»
196191, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Бассейная, 21, лит. А, оф. 1501

MALININA Svetlana V.
Architect
LLC «Lengiprogor»
196191, Russia, Saint Petersburg, Basseynaya str., 21, letter A, of.1501

Для цитирования: Жеблиенок Н.Н., Малинина С.В. Методические аспекты проектирования новых поселений (отечественная практика XX – начала XXI вв.) // Градостроительство и архитектура. 2022. Т. 12, № 4. С. 110–123. DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.14.

For citation: Zheblienok N.N., Malinina S.V. Methodological Aspects of Designing New Settlements (National Practice of the XX - beginning of the XXI Centuries). *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2022, vol. 12, no. 4, pp. 110–123. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.14.

Н. А. КОСЕНКОВА
Д. В. ЛИТВИНОВ
Е. В. КОСЕНКОВА

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ХРАМОВОГО ЗОДЧЕСТВА

MODERN TRENDS IN TEMPLE ARCHITECTURE

С момента возникновения культовые здания претерпели значительные изменения – они менялись в соответствии с потребностями общества. Это отражалось в достижениях научно-технического прогресса и изменениях социального уклада жизни общества. Храмы древних цивилизаций существенно отличаются от современных храмов – прежде всего, масштабностью. Современные культовые здания соответствуют требованиям экономичности, а также другим требованиям устойчивого развития. Для новой архитектуры XXI века эти требования являются необходимыми. Одной из характерных черт устойчивого развития является адаптивность, которая также отражается в современном храмовом зодчестве. Наиболее характерно она выражается в культовых зданиях тех конфессий, теологическая концепция которых позволяет беспрепятственно адаптировать здания к требованиям современности.

Ключевые слова: храм, синагога, признаки устойчивого развития, адаптивность, адаптивная архитектура, устойчивая архитектура, культовая архитектура

Культовые здания появились вместе с зарождением первых цивилизаций. Они развивались и трансформировались на протяжении нескольких тысячелетий. Древние храмы впитывали в себя изменения уклада жизни общества, предпочтения и вкусы людей через смену архитектурно-исторических стилей, а также достижения прогресса и науки.

Первые храмы значительно отличаются от современных [1]. Так, храмы Древнего Египта имеют внушительные размеры, монументальны и величественны, они многократно превышают человеческий рост (например Храм в Луксоре 1400 г. до н.э., рис. 1). Храмы каменные, почти лишены оконных проёмов. Огромные скульптуры на входе в здание отражают величие божественного через противопоставление человеку. В масштабности и массивности храмов отражается теологическая концепция Древнего Египта. Она обуславливается уровнем развития цивилизации – человек на-

Since its inception, religious buildings have undergone significant changes – they have changed in accordance with the needs of society. This was reflected in the achievements of scientific and technological progress and changes in the social way of life of society. Temples of ancient civilizations differ significantly from modern temples – first of all, in scale. Modern religious buildings meet the requirements of economy, as well as other requirements of sustainable development. For the new architecture of the XXI century, these requirements are necessary. One of their characteristic features of sustainable development is adaptability, which is also reflected in modern temple architecture. It is most characteristically expressed in the religious buildings of those confessions, the theological concept of which allows the buildings to be freely adapted to the requirements of modernity.

Keywords: temple, synagogue, signs of sustainable development, adaptability, adaptive architecture, sustainable architecture, cult architecture

ходится только в начале своего познания, он не может объяснить природу погодных явлений, предугадать события в окружающем мире, он боится и чувствует свою беспомощность во враждебном мире природы [2].



Рис. 1. Храм в Луксоре
(Древний Египет, 1400 г. до н.э.)

Со II тысячелетия до н.э. к настоящему времени научно-технический прогресс изменил человечество, изменились его потребности. Они нашли отражение и в архитектуре, в том числе в культовом зодчестве. Развитие цивилизации привело к возникновению нескольких конфессий, архитектурные сооружения которых имеют существенные отличия [2]. Тем не менее в каждом из них можно отметить стремление к рационализации конструкций, их облегчение – прежде всего это продиктовано критериями экономичности. Храм преподобного Серафима Саровского в г. Кожухове (2016 г., рис. 2) соразмерен человеку, его конструкции выглядят облегченными. Главный купол на широком барабане отражает предназначение здания, но не делает его довлеющим над человеком [3].



Рис. 2. Храм преподобного Серафима Саровского в г. Кожухове (Россия, 2016 г.)

Стоит отметить, что в современную храмовую архитектуру закладываются не только критерии экономичности. Развитие современной архитектуры в целом отражается через соответствие признакам устойчивого развития – это критерии социальной доступности и экологической устойчивости наряду с экономической [4]. Для того чтобы удовлетворять потребностям различных групп населения как можно дольше, современная архитектура должна отвечать принципам устойчивого развития (рис. 3).



Рис. 3. Признаки устойчивого развития

Соответствие признакам устойчивого развития может быть выражено через использование современных высокоэффективных технологий, позволяющих уменьшить воздействие здания на окружающую среду, применение исторических материалов при реконструкции и реставрации, что позволяет не нарушать целостность исторического облика [4]. Ориентирование зданий только на сакральную функцию ограничивает круг потенциальных пользователей, что не отвечает требованиям социальной доступности, поэтому необходимо предусматривать дополнительное функциональное наполнение.

Многие современные культовые здания отвечают признакам устойчивого развития. Так, синагога Synagogenplatz (г. Майнц, Германия, 2010 г.) и отреставрированная Капелла Сен-Луи, 2016 г. (г. Руан, Франция, XVI в.) частично предполагают многофункциональное использование, что удовлетворяет признаку экономической эффективности. Оба здания адаптированы для всех групп населения, включая маломобильные группы населения, также в образе зданий сочетаются черты исторического облика и современности – критерий социальной доступности. В зданиях использованы современные экологически эффективные технологии, в проекте реставрации капеллы сохранены исторические строительные материалы, что удовлетворяет критерию экологической устойчивости.

Наиболее важным критерием для реновации культовых сооружений является деликатное внедрение дополнительных и/или побочных функций. Современный храм должен быть интересен широкому кругу лиц, привлекая не только граждан определенного вероисповедания. Для того чтобы привлечь новые категории населения, на территории должны появиться новые функциональные объекты. Внедряемые процессы не должны противоречить основной направленности храмового комплекса и не разрушать стилевое единство архитектурного решения. Канонические требования к планировке и архитектурному образу храма должны, безусловно, соблюдаться. Но храмовая территория может вместить объекты многофункциональной направленности, не противоречащие основной культовой функции. Концепция реновации культовых сооружений предполагает дополнение сакральной функции объектами образовательной, экспозиционной и социально-благотворительной направленности.

Расширяя понятие признаков устойчивого развития для архитектуры, можно выделить дополнительный критерий – адаптивность. Он будет являться субкритерием экономической

устойчивости как вариант многофункционального наполнения. Адаптивная архитектура подразумевает проектирование конструкций и зданий, которые взаимодействуют с окружающей средой, подстраиваются под новые условия и при необходимости могут трансформироваться. Главные признаки адаптивной архитектуры – гибкость, многофункциональность и способность обновляться [5]. Адаптивная архитектура мобильна, её конструкции легкие.

Степень адаптивности архитектуры определяется не только ее приспособлением к контексту в текущем моменте. Важна способность здания с наименьшими затратами менять функции при изменении внешних условий. Превращение бывших фабрик, водонапорных башен и даже храмов в жилые или общественные здания – пример адаптивности в реконструкции и реставрации исторических объектов. Однако более современным считается подход, при котором ещё на этапе проектирования анализируются модели развития здания и закладывается возможность для его трансформации в будущем [4]. Такой метод может применяться при создании самых разных объектов, в том числе и для культовых.

Примером адаптивной архитектуры является синагога «Место для размышлений» в Киеве (Украина, 2021 г., рис. 4). Она расположена на территории парка и мемориального центра «Бабий Яр», посвященного памяти жертв Холокоста. Синагога представляет собой мемориальный объект и находится возле памятника

«Менора» [6]. До 1969 г. здесь были еврейское и православное кладбища [7].

Синагога представляет собой конструкцию книги, способной «открываться» в просторную синагогу и «закрываться» в мемориальный объект. Наряду с признаками кинетической архитектуры (рис. 5, 6) синагога обладает и другими признаками адаптивности. Синагога построена из амбарного дуба, привезенного из разных регионов Украины, и расписана вручную [8]. Внутри синагоги при открывании полукруглой платформы появляется арон-а-кодеш (ковчег для хранения свитка Торы) и бима. Предусмотрен балкон для женщин.



Рис. 4. Синагога «Место для размышлений», Киев (Украина, 2021 г.)

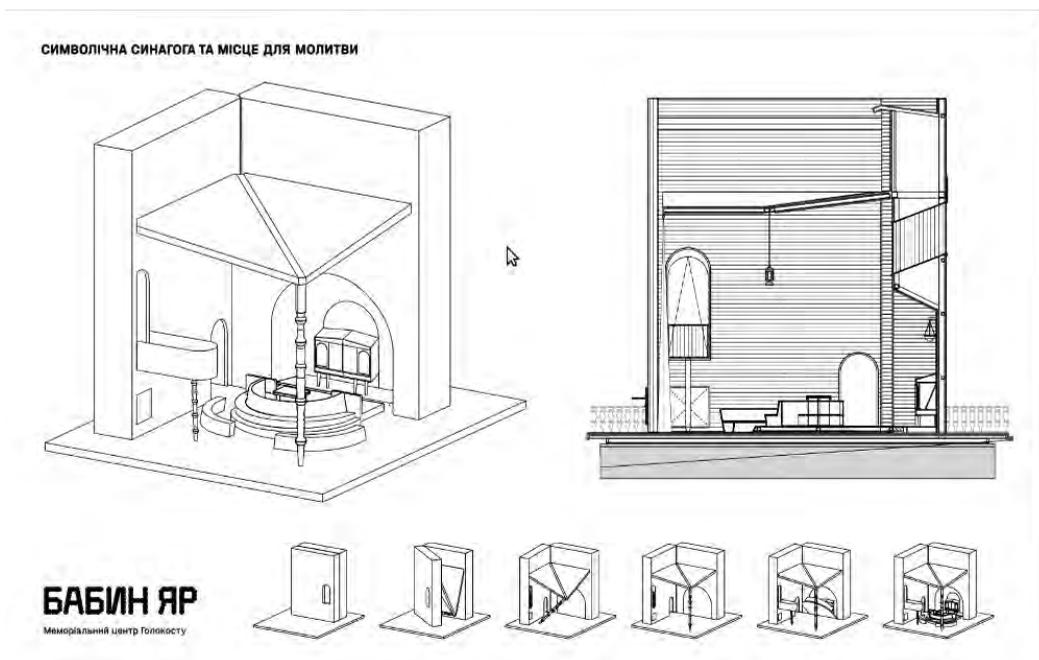


Рис. 5. Схема открывания синагоги «Место для размышления»



Рис. 6. Открытие синагоги «Место для размышления»

В современном мире храмовые здания всех религий должны соответствовать требованиям экономичности и иным требованиям устойчивого развития. Адаптивность является одной из характерных черт устойчивого развития и ярко отражается в современном культовом зодчестве.

Вывод. На примере синагоги в Бабьем Яру (арх. М. Герц) выявлены признаки адаптивной архитектуры:

1. Гибкость и способность обновляться. Синагога «открывается» утром в понедельник и «закрывается» вечером в пятницу.

2. Многофункциональность. Синагога открыта для всех желающих и представляет собой мемориальный объект.

3. Экологичность. Синагога построена из дерева и распланирована вручную. Она имеет небольшой размер и органично вписана в ландшафт.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Косенкова Н.А., Демирова М.А., Косенкова Е.В. Анализ мирового опыта проектирования духовно-просветительских центров исламской культуры // Градостроительство и архитектура. 2020. Т.10, № 4. С. 144–151. DOI: 10.17673/Vestnik.2020.04.17.

2. Грушевицкая Т. Г., Садохин А. П. Культурология. М.: Юнити-Дана, 2015. 687 с.

3. «Величие, сказочность, утилитарность»: почему в России сложно построить современную церковь [Электронный ресурс]. URL: <https://strelkamag.com/ru/article/pochemu-v-rossii-slozhno-postroit-sovremennuyu-cerkov> (дата обращения: 03.01. 2022).

4. Основные принципы устойчивого развития [Электронный ресурс]. URL: <http://www.nsc.ru/win/sbras/bef/rfo92.html/> (дата обращения: 27.12.2021).

5. Урманчеева С. Что такое адаптивная архитектура? [Электронный ресурс]. URL: <https://strelkamag.com/ru/article/adaptivnaya-arkhitektura> (дата обращения: 26.12. 2021).

6. Демидова О. В Бабьем Яру открыли символическую синагогу [Электронный ресурс]. URL: <https://www.dw.com/ru/v-babem-jaru-otkryli-simvolicheskuyu-sinagogu/a-57532845> (дата обращения: 26.12. 2021).

7. Ситникова И., Пецух М. В Бабьем Яру появилась символическая синагога. Ее открытие поддерживали не все [Электронный ресурс]. URL: <https://hromadske.ua/ru/posts/v-babem-yaru-poyavilas-simvolicheskaya-sinagoga-ee-otkrytie-podderzhivali-ne-vse> (дата обращения: 26.12. 2021).

8. Tom Ravenscroft. Manuel Herz Architects creates synagogue that opens like a pop-up book [Электронный ресурс]. URL: <https://www.dezeen.com/2021/04/23/pop-up-synagogue-babyn-yar-manuel-herz-architects-pop-up-book/> (дата обращения: 26.12. 2021).

REFERENCES

1. Kosenkova N.A., Demirova M.A., Kosenkova E.V. Analysis of world experience in designing of islamic culture spiritual and educational centers. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2020, vol.10, no. 4, pp. 144–151. DOI: 10.17673/Vestnik.2020.04.17. (in Russian)

2. Grushevitskaya T. G., Sadokhin A. P. *Kul'turologiya* [Culturology: textbook]. Moscow, Unity-Dana, 2015. 687 p.

3. «Velichie, skazochnost', utilitarnost'»: pochemu v Rossii slozhno postroit' sovremennuyu cerkov' [«Greatness, fabulousness, utilitarianism»: why it is difficult to build a modern church in Russia]. Available at: <https://strelkamag.com/ru/article/pochemu-v-rossii-slozhno-postroit-sovremennuyu-cerkov> (accessed 01 March 2022).

4. *Osnovnye principy ustojchivogo razvitiya* [Basic principles of sustainable development]. Available at:

<http://www.nsc.ru/win/sbras/bef/rio92.html> (accessed 27 December 2021).

5. Urmancheeva S. *CHto takoe adaptivnaya arhitektura?* [What is adaptive architecture?]. Available at: <https://strelkamag.com/ru/article/adaptivnaya-arkhitektura> (accessed 26 December 2021).

6. Demidova O. V *Bab'em Yaru otkryli simvolicheskuyu sinagogu* [A symbolic synagogue was opened in Babi Yar]. Available at: <https://www.dw.com/ru/v-babem-jaru-otkryli-simvolicheskuyu-sinagogu/a-57532845> (accessed 26 December 2021).

7. Sitnikova I., Petsukh M. V *Bab'em Yaru poyavilas' simvolicheskaya sinagoga. Ee otkrytie podderzhivali ne vse* [A symbolic synagogue appeared in Babi Yar. Not everyone supported its opening]. Available at: <https://hromadske.ua/ru/posts/v-babem-yaru-poyavilas-simvolicheskaya-sinagoga-ee-otkrytie-podderzhivali-ne-vse> (accessed 26 December 2021).

8. Ravenscroft T. Manuel Hertz architects create a synagogue that opens as a pop-up book [Electronic resource]. Available at: <https://www.dezeen.com/2021/04/23/pop-up-synagogue-babyn-yar-manuel-herz-architects-pop-up-book/> (accessed 26 December 2021).

Об авторах:

КОСЕНКОВА Наталья Алексеевна

кандидат архитектуры, доцент кафедры реконструкции и реставрации архитектурного наследия Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: kosenkovana@mail.ru

ЛИТВИНОВ Денис Владимирович

кандидат архитектуры, доцент, профессор кафедры реконструкции и реставрации архитектурного наследия Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: litvinov-dv@mail.ru

КОСЕНКОВА Елизавета Владимировна

магистрант кафедры архитектуры Московский государственный строительный университет 129337, Россия, г. Москва, Ярославское шоссе, 26 E-mail: elizavetkos@mail.ru

KOSENKOVA Natalya A.

PhD in Architecture, Associate Professor of the Reconstruction and Restoration of Architectural Heritage Chair Samara State Technical University Academy of Civil Engineering and Architecture 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244 E-mail: kosenkovana@mail.ru

LITVINOV Denis V.

PhD in Architecture, Associate Professor, Professor of the Reconstruction and Restoration of Architectural Heritage Chair Samara State Technical University Academy of Civil Engineering and Architecture 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244 E-mail: litvinov-dv@mail.ru

KOSENKOVA Elizaveta V.

Master's Degree Student of the Architecture Chair Moscow State University of Civil Engineering 129337, Russia, Moscow, Yaroslavl highway, 26 E-mail: elizavetkos@mail.ru

Для цитирования: Косенкова Н.А., Литвинов Д.В., Косенкова Е.В. Современные тенденции храмового зодчества // Градостроительство и архитектура. 2022. Т. 12, № 4. С. 124–128. DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.15.

For citation: Kosenkova N.A., Litvinov D.V., Kosenkova E.V. Adaptability as a Modern Trend in Cult Architecture. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2022, vol. 12, no. 4, pp. 124–128. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.15.

С. А. МАЛАХОВ
Ю. К. БУСЕЛ

ИСТОРИЧЕСКАЯ СРЕДА КАК ПРОТОТИП НОВОЙ ГОРОДСКОЙ ТИПОЛОГИИ

HISTORICAL ENVIRONMENT
AS A PROTOTYPE OF A NEW URBAN TYPOLOGY

Рассматриваются предпосылки перехода от типологии высотной жилой застройки спальных микрорайонов, удаленных от эпицентров городской активности, к типологии смешанного функционального назначения, интерпретирующей морфологические и символические коды исторического наследия мегаполиса. Критика модернистской стратегии среды базируется на понимании функционального зонирования как чрезмерно жесткой модели города, в то время как историческая среда с ее иерархической структурой пространства и парцелляцией на дворы и кварталы предоставляет возможность фрактальной организации соседских сообществ и самоуправления. В статье выдвигается гипотеза возможной трансляции кодов исторической среды в основание современной типологии компактной застройки, сохраняющей гуманный масштаб среды и эффективный размер соседств.

Ключевые слова: кризис модернистской стратегии высотной застройки периферии, городские соседства, уроки исторического наследия, поиск новой жилой типологии

Происхождение и кризис модернистской стратегии градостроительства

Модернистская стратегия градостроительства, восходящая к концепциям утопистов, начиная с Оуэна, Гарнье и дальше – проектов «Лучезарного города» Ле Корбюзье и образованного им СИАМ, была подвергнута существенной ревизии и достаточно жесткой критике, в основном в западной градостроительной методологии, начиная с конца 50-х гг. XX столетия. В России принципы микрорайонной застройки, наследующие заповеди СИАМ, последовательно вытеснялись в новую постсоветскую эпоху простыми моделями рентной экономики, в основном ориентированной на получение прибыли с территории, а не на создание среды, гуманной по отношению к горожанину [1].

Происхождение модернистской модели города во многом ассоциируется с градостроительными концепциями Ле Корбюзье (и его

The prerequisites of transition from the typology of high-rise residential development of dormitory districts, remote from the epicenter of urban activity, to the typology of mixed functionality, interpreting the morphological and symbolic codes of the metropolis historical heritage are considered. The criticism of modernist strategy is based on the understanding of functional zoning as an excessively rigid model of the city. The historic environment with its hierarchical structure of space and parcellation into yards and blocks provides an opportunity for fractal organization of neighborhoods and self-government. The article hypothesizes possible translation of the codes of historic environment into the basis of modern typology of compact buildings, preserving human scale of environment and effective size of neighborhoods.

Keywords: crisis of modernist strategy of high-rise development of periphery, urban neighborhoods, lessons of historical heritage, the search for a new residential typology

«принципами современной архитектуры»), представлявшим себе город как некий «правильно спланированный» интеллектуальный продукт, вези пронизанный привнесенной извне заботой о горожанах. Контент этой заботы определялся социалистическими представлениями о коллективном благополучии, но на практике, как выяснилось в дальнейшем, представлял собою вызов органичному, естественному и поэтому максимально эффективному развитию города.

Исторически объективной причиной подобной стратегии явились фатальные процессы роста населения городов, обусловленные индустриализацией. Соответственно разнообразие и естественность исторически сложившегося города потребовали экстренной замены на что-то более понятное. «Понятное» провоцировало потребность в схематизации и упрощении. Массовая застройка на основе типовых проектов явилась искомым ответом, плоды которого города пожинают до настоящего времени.

Таким образом, формирование новой городской стратегии в начале и в середине XX в. происходило в виде опровержения невятной и ущербной, на взгляд модернистов, конструкции исторически сложившегося города через одновременную адаптацию идей, связанных с жизнестроительной картиной благополучной среды и реальными обстоятельствами кризиса в сфере транспорта и массового жилья.

Во Франции предшественником идей Корбюзье был архитектор Тони Гарнье. В 1904 г. он предложил проект «Промышленного города» на 35000 жителей, основанный на разделении по функции всей территории города по функциональному признаку, – один из самых ранних проектов, подчиненных идее зонирования (рис. 1).



Рис. 1. Схема зонирования «Промышленного города» Гарнье, 1904

Эволюция стратегии, разрабатываемой Ле Корбюзье, складывалась по пути от эпатазирующих общественность предложений («План современного города с тремя миллионами жителей», 1922; «План Вуазен», 1925) до попыток организации коллективной экспертизы стратегии на основе созданного сообщества CIAM (рис. 2).

В отличие от проектов предшественников, идея Корбюзье заключалась в числе прочих инноваций в сочетании городской среды и природы. Он считал наилучшим выходом из кризиса больших городов предельную концентрацию людей в домах-башнях, разделенных зелеными пространствами. Его идею можно охарактеризовать как попытку соединить морфологию пространства субурбии и городского ядра, что вылилось в формообразование в виде «башен в парке». «Мы должны увеличивать открытые пространства и сокращать расстояния, которые необходимо преодолевать. Таким образом, центр города следует строить вертикально», – писал он. Современный город Ле Корбюзье не был построен, но укрепил его репутацию радикала и архитектора-утописта.

В 1930 г. Ле Корбюзье разработал похожий план переустройства Москвы. Назывался он «Лучезарный город» и был показан в Брюсселе в 1933 г. Реализации не последовало. Однако его идеи попали на благодатную почву: в стране ощущалась серьезная нехватка жилья вследствие переселения большого количества людей в города, низких темпов строительства и сложностей в практической реализации проектов отечественных архитекторов авангардных течений.

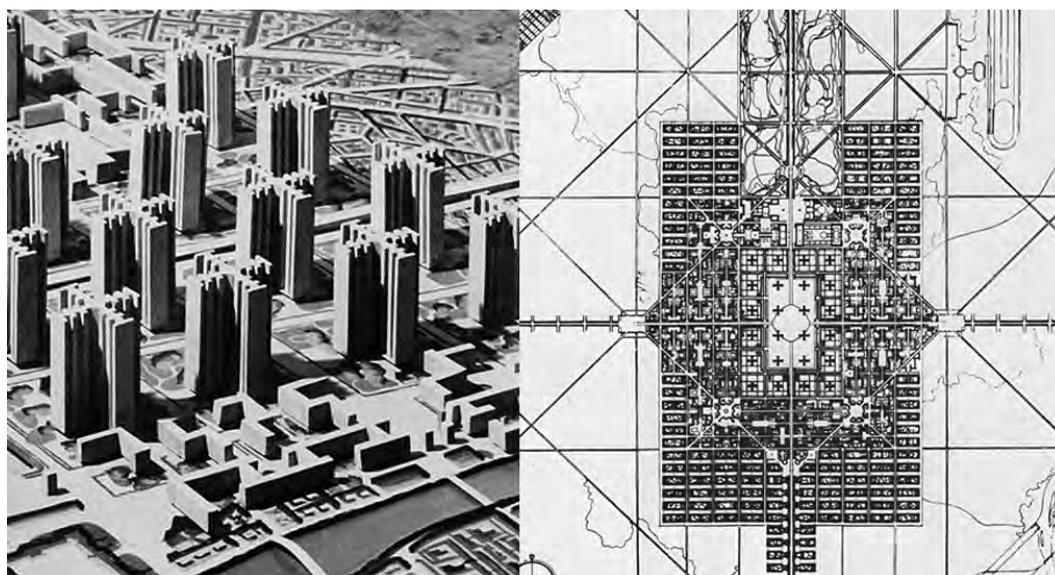


Рис.2. Проект Ле Корбюзье «План Вуазен», 1925 г.

Идеология всеобщего равенства, идеи переустройства бытового уклада жизни, повышение гигиенических условий проживания «граждан нового советского государства» стали причиной появления нового архитектурного направления – конструктивизма, однако реализация его основных установок предполагала по-прежнему индивидуальное проектирование, высокие затраты технических и материальных ресурсов и достаточно длительные сроки строительства.

В то же самое время основные доктрины Корбюзье хорошо сочетались с максимальной индустриализацией и типизированием возводимого продукта. Идеологически концепция поддерживала идею равенства. Каждому человеку стали доступны « типовые » бытовые блага, одинаковый доступ к свежему воздуху и солнечному свету. Полупустынные « двory » между домами транслировали идею « общего » пространства без деления на частные участки, хозяйственное и бытовое обслуживание концентрировалось в своеобразные кластеры, в отрыве от жилой зоны, первые этажи зданий подчеркнуто массово не имели коммерческих площадей и технических условий для возникновения малого бизнеса, так как такого запроса просто

не существовало, за исключением бюджетных объектов по удовлетворению минимальных потребностей. В этом разграничении отчетливо видна модель модернистского микрорайона, главной особенностью которой является жесткое зонирование, государственное распределение и планирование « сверху вниз ».

Параллельно с разработкой множества планов переустройства городов, таких как Москва, Стокгольм, Немур, Богота, Измир, в 1928 г. Ле Корбюзье собрал 27 архитекторов-модернистов и основал Международный конгресс архитектуры – CIAM. Придерживаясь программы Корбюзье, архитекторы сформулировали концепцию разделения города на зоны: жилую, рабочую, рекреационную и транспортную и приняли ее как основополагающую. Принципы функционального зонирования озвучены в «Афинской хартии» и легли в основу взглядов всего архитектурного течения эпохи модернизма.

В Советском Союзе идеи «Афинской Хартии» получили редуцированный и одновременно оптимизированный образ системы расселения и массового типового строительства в городах на основе т.н. трехступенчатого обслуживания населения микрорайонов (рис. 3, 4).

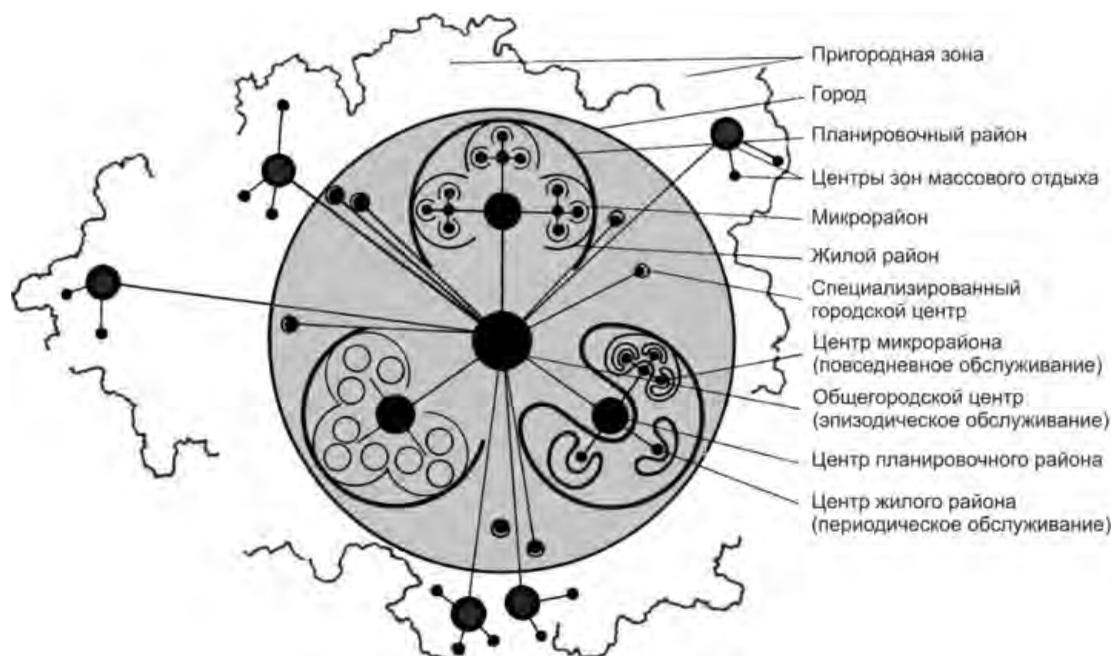


Рис. 3. Схема трехступенчатого обслуживания в масштабе города СССР, начало 60-х годов¹

¹ На данный момент в России используется документ «Правила землепользования и застройки», основанный на принципах функционального зонирования территории. Однако такой подход стал одним из ключевых факторов негативного развития городов и целого ряда последствий, снижающих комфорт и качество жилой среды: «расползание» городов и образование пригородов, увеличивающих нагрузку на инфраструктуру; увеличение нагрузки на транспортные сети, ухудшение экологической обстановки вследствие роста числа личного автотранспорта; и даже экономической и этнической сегрегации городского населения.

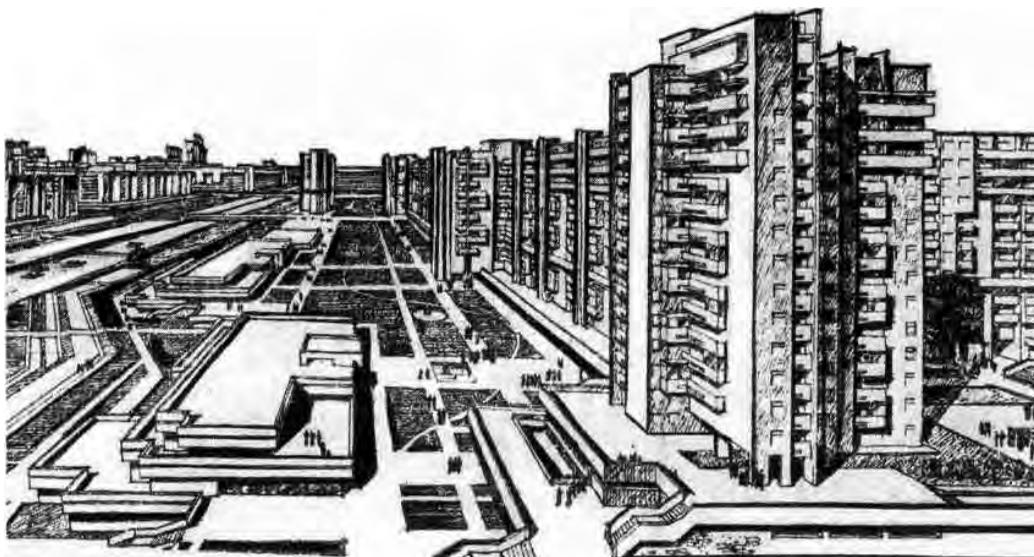


Рис. 4. Проект застройки микрорайона в Новосибирске, 1968. Оптимистичный образ городского пространства, ассоциирующийся с проектом «Лучезарного города» Ле Корбюзье

Критика микрорайонов

Со временем, однако, стало понятно, что микрорайонная типовая застройка не отвечает требованиям городской среды нового типа пост-пост-индустриального города. Если говорить о массовой периферийной застройке крупных городов, «микрорайонный морфо-

тип» застройки обусловил возникновение целого ряда факторов, негативно влияющих на качество городской среды: параметрически объемы зданий не соответствовали человеческому масштабу, высота и слабая связь между отдельными зданиями в пространстве порождали чувство запустения и отсутствия психологического комфорта (рис. 5).

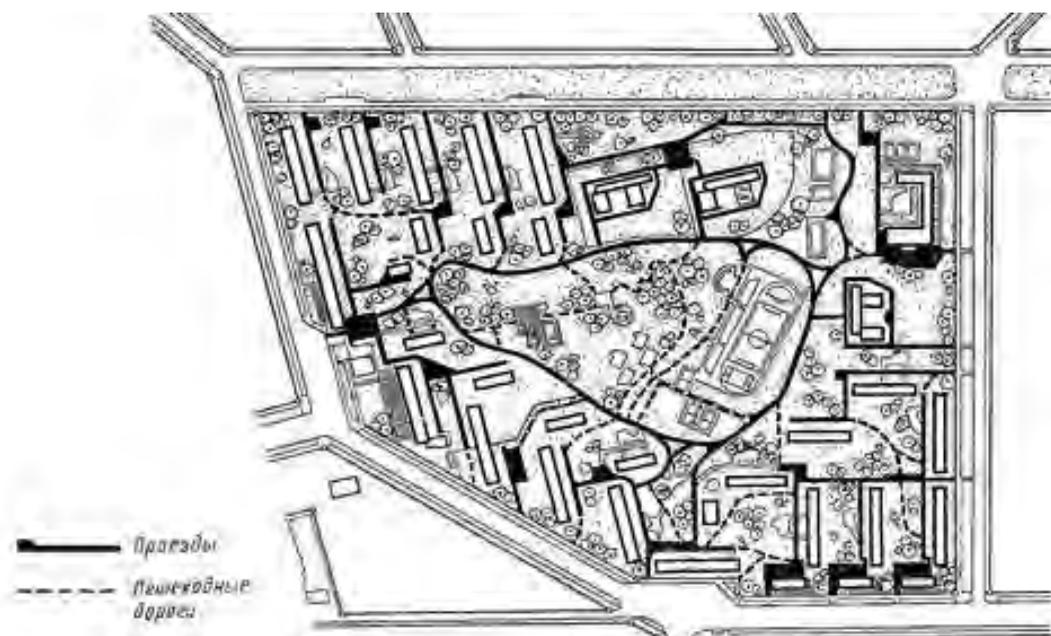


Рис. 5. План советского микрорайона с типовой застройкой, обобществленным пространством, локальным центром и магистральным автомобильным движением по периметру внешних границ. Городской образ жизни дезавуирован, застройка не предполагает уличной активности, весь жизненный сценарий сводится к замкнутому семейному быту

Общая картина складывается таким образом, что микрорайон оказывается в условиях низкого обеспечения предприятиями малого бизнеса. С одной стороны, рентабельность таких предприятий низкая за счет малого пешеходного трафика, разреженности и маятниковой интенсивности пешеходных потоков, а с другой – в связи с отсутствием подходящих для ведения торговли и обслуживания населения помещений коммерческого назначения. Кроме того, ввиду отсутствия мест приложения труда, а также культурно-зрелищных объектов значительно повышается нагрузка на уличную сеть, и без того представленную лишь несколькими автомобильными дорогами, чаще всего – обрамляющими микрорайон (эффект маятниковой миграции) и выходящими на общегородскую магистраль, ведущую в центр города.

Наконец, в микрорайоне не возникают успешные социальные связи между людьми: жители отчуждены по отношению к друг другу и среде своего проживания. Микрорайоны не предусматривали межвания внутренней территории на участки, сомасштабные эффективному размеру соседств, не говоря уже о существовании небольших частных пространств, способствующих проявлению индивидуальной инициативы. Благоустройство и централизованное обслуживание рассматривались как главные инструменты благополучного быта. Городу как многофункциональному феномену был противопоставлен схематичный проект, где человеку было предписано довольствоваться ниспосланным сверху благом. Само по себе благоустройство сводилось к озеленению и типовым детским площадкам. Во многих микрорайонах провинциальных городов общественное пространство довольно быстро деградировало и превратилось в пространство полного отчуждения (рис. 6).



Рис. 6. Метаморфозы общественного пространства микрорайона: деградировавшее благоустройство – свидетельство разобщенности жителей и минимизации государственного и муниципального финансирования

Вытеснение микрорайона коммерческой сверхплотной застройкой. Возникновение периферийных городских «человейников»

Современная история постиндустриального города во многом обусловлена отказом от государственного планирования и переходом к коммерческому освоению территории. Перемена экономической платформы существенным образом повлияла на сохранение изначальной концепции микрорайона как территории с умеренной ориентацией на идею «Лучезарного города» с его избытком солнца и зеленых массивов, с достаточным уровнем обеспечения дошкольным и школьным обслуживанием. Да, микрорайон не был городом, но его изначальные ценности как социальной стратегии до сих пор ставятся в заслугу архитекторам и докторинам социалистического толка.

Переход к рыночной экономике в отечественной практике городского строительства, к сожалению, усугубил участь спальных районов и еще больше разделил население на элиту и трудовые ресурсы. Высотная застройка, практикуемая в современных мегаполисах, обладает ярко выраженными качествами рыночного фальсификата: характеристики среды, необходимые для комфортной жизни, здесь вытеснены элементами, работающими на уровне поверхностной мотивации потребителя. В появившихся во множестве периферийных жилых комплексах, уплотнивших прежние микрорайоны или пришедших им на смену, все выстроено таким образом, что, покупая квартиру в высотном доме, человек как бы подписывает соглашение, допускающее его пребывание внутри квартиры в состоянии пассивной, максимально изолированной от сообщества единицы. Но к уже закрепленному императиву самоизоляции в новых высотных комплексах добавлены такие характеристики проекта, которые уничтожают немногие ключевые позитивные элементы и принципы микрорайонов, а именно: солнце, зелень и простор пустырей. Зато внутри максимально стесненных дворовых территорий появился и закрепился в господствующей позиции новый тип обитателя, а именно – личный автомобиль (рис. 7).

Итогом такого способа расселения людей становится специфический тип кризиса, проявляющийся в постепенном сворачивании городской системы и города как многополярного и многофункционального образования. Городской образ жизни – это не метафора, а формула инвариантной модели города. Поэтому возникает закономерный вопрос, какими средствами архитектурного моделирования



Рис. 7. Москва. Современный жилой комплекс в Орехово-Борисово

может быть переформулирована концепция многоэтажной периферийной застройки, с тем чтобы сложилась городская типология, мотивирующая образование городских соседств, а соответственно – городского образа жизни.

Проблема воссоздания локальных городских сообществ

Становится все более ясным, что город – это прежде всего возможность соорганизации жителей определенной локальности, обладающей признаками полиса: ясными границами места, соответствующей морфологией пространства, самоуправлением, культурной событийностью, возможностью вести экономическую деятельность на территории. Центральным элементом городского образа жизни и в этом смысле – естественной стратегии эффективности города – является community, соседство горожан-субъектов, вступающих в отношения друг с другом во имя коллективных ценностей и устойчивого развития.

В современном обществе соседские связи становятся важным социальным процессом, выходят за рамки всех сфер и проявляются во всех социокультурных практиках. Соседство и соседские контакты остаются и в наши дни важным аспектом человеческой жизни. В этой связи в мае 2015 г. было произведено социологическое исследование в городе Кургане на тему: «Соседские сообщества как пример социальной коммуникации (на примере домов товарищества собственников жилья г. Кургана)». Интерес, в частности, представляют ответы на вопрос: «Как вы считаете, нужно ли поддерживать хорошие/дружеские отношения с соседями?» Респонденты считают, что поддерживать дружеские отношения важно – это неотъемлемая часть соседства, да и в целом социума. Соседская дружность – это отношения без каких-либо вза-

имных обязательств; это скорее приятельские отношения с акцентом на взаимную пользу [2]. Частота общения с соседями высокая, особенно по лестничной площадке или с соседями, у которых есть дети дошкольного и младшего школьного возраста. Соседство – это как обычная среда повседневной жизни, люди общаются друг с другом, имея общие интересы, ценности, а также территориальную привязку.

Несмотря на большое количество и разнородность определений саморегулирования местного уровня, в основе всех заложена идея, что жильцы конкретных участков жилой среды зачастую лучше, чем государственные структуры, знает о проблемах локального уровня и может их решить. Тем самым оно может повысить уровень жилой среды самостоятельно. Соседская община является одним из эффективных институтов в сфере местного самоуправления. Кроме того, такой формат саморегуляции оказывает влияние на детей. Дети в соседской общине получают действенный механизм, формирующий должный уровень гражданской культуры. А. Хантер определил соседство «как уникально сцепленные звенья социально-пространственной организации, на которые воздействуют силы и институты огромного общества и рутина каждодневной жизни» [3].

В ходе исследования соседских сообществ в городе Ярославле выявлено, что наиболее распространённой «технологией» для решения бытовых и конфликтных вопросов являются прямые переговоры (67 % респондентов) и общие собрания жильцов (68 % ответов). Таким образом, сделан вывод, что соседские сообщества способствуют созданию условий для социальной интеграции жителей. Между тем важной составляющей для формирования соседского сообщества являются пространственные характеристики жилой среды. Так, в типовой застройке хрущёвской и брежневской эпох формирование специфической коллективности резидентов признается недостижимым (в опросе 1982 г. 60 % жителей многоэтажных домов в Москве вообще не общались со своими соседями).

Согласно Р. Сэмпсону, смешение жилых и коммерческих строений, насыщенность квартала социальной и транспортной инфраструктурой, транзитные потоки пешеходов, местоположения этих объектов в ткани квартала способствуют возникновению позитивной интеграции жильцов и релевантны исследованиям социального поведения соседского сообщества.

Интерес представляют исследования эффективных соседских взаимосвязей как источника продуктивной и устойчивой городской среды в публикациях Евгении Репиной и Снежаны Грозовской (Лашенко) [4–7]. Образцовым

морфотипом для создания устойчивого соседства, основы городского образа жизни, как бы ни парадоксально это звучало, выступает паттерн традиционного двора (в данном случае – на примерах исторической среды Самары) с его специфической компактной организацией многоквартирного дома. В концепции С. Грозовской этот паттерн и морфотип был представлен в дискурсе такого понятия, как «городская деревня» [5].

Проблема, однако, заключается в том, чтобы найти ресурсы возобновления алгоритма перехода от небольших соседств, например дворовых, к последовательно увеличивающимся сообществам – на уровне кварталов и более крупных локальностей. Мы можем изучить этот алгоритм как социальную стратегию настоящего города, но какими могут быть прототипы новой современной архитектурной типологии, способной к возобновлению алгоритма этой стратегии? Какие морфотипы, обуславливающие реабилитацию небольшого соседства, могут быть приняты за основу новой гуманной стратегии города вместо прагматичной и однообразной стратегии ЖК?

Роль морфотипа и его ключевых характеристик в образовании гармоничной среды

Морфотипы среды позволяют упорядочить и поделить застройку на группы со схожими объемно-пространственными характеристиками. Они могут относиться к конкретному историческому периоду и имеют собственные характеристики, которые могут быть выражены в конкретных количественных параметрах. Например этажность, процент застройки территории, непрерывность уличного фронта.

Морфотип, как понятие отечественной теории градостроительного проектирования, ввели в обиход Алексей Гуннов и Вячеслав Глазычев в книге «Эволюция градостроительства» [7]. В Москве исследование типологии застройки было проведено Лидией Кожаевой.

Морфотип позволяет анализировать не отдельный объект застройки, а всю городскую среду в комплексе, так как здания и сооружения по отдельности городскую среду не формируют. Жилая среда города – это все же совокупность зданий и других городских объектов. Качество и комфортность среды во многом зависит от морфологии застройки; психологический комфорт, восприятие пространства, ощущение безопасности тесно связаны с объективными характеристиками среды. То есть, изучая сложившийся тип среды, мы можем выделить те характеристики, которые влияют на

результат позитивно и закладывают в новую застройку соответствующие параметры.

Кроме того, морфотипы необходимы для последующего изучения связи параметров застройки с процессами в городе: например с уровнем преступности или темпами развития малого и среднего бизнеса. Изучение морфотипов также может понадобиться для регулирования параметров новой застройки и для разработки строительных регламентов отдельных территорий.

Если исследуемая среда относится к исторической и культурно-ценной, исследование морфотипа может быть использовано для создания и разработки охранных зон для сохранения среды в целом, а не отдельных объектов. Анализируя морфотипы застройки, можно выделить не только ценные и положительные характеристики, но и негативные, тем самым прогнозировать негативное влияние проектных решений и разрабатывать средства их купирования.

Одним из факторов, оценивающих экономическую эффективность городской среды, является развитие стрит-ритейла. Для нормальной работы уличной торговли и развития малого бизнеса на территории необходимо, чтобы она была максимально приближена к пешеходным потокам. Поэтому наиболее благоприятные для развития предприятий торговли и услуг морфотипы среды будут те, где здания выстроены вдоль красной линии улицы с минимальным отступом. Такая среда характеризуется доступностью услуг и функциональным разнообразием. Качества подобного морфотипа застройки мы можем выявить в исторической и смешанной среде центральных районов многих городов с застройкой начала и середины XIX в. И наоборот – в микрорайонной разреженной застройке, где не сформирован непрерывный фронт застройки, просто нет пространственных и физических условий для развития предприятий малого бизнеса.

На чувства безопасности и защищенности также влияют параметры морфотипа застройки.

Замкнутость или физическое обрамление пространства является важным аспектом создания чувства безопасности среды. Для этого важны: степень замкнутости застройки и пропорции двора. Если высота здания пропорционально равна ширине дворового пространства или больше, в таких пространствах человек чувствует психологический комфорт. Ощущение безопасности также тесно связано с этажностью застройки. По достижению определенного уровня этажности у человека теряется визуальная связь с улицей, т. е. люди, находящиеся внутри дома, не смогут рассмотреть выше определенного этажа происходящее на улице. А люди, находящиеся на улице, не ощущают социального контроля [8].

Ключевыми характеристиками гармоничного морфотипа можно назвать следующие:

- Параметры земельных участков: регулярная квартальная система межевания участков застройки на небольшие парцеллы (подворья) повышает социальную, экономическую и транспортную эффективность городской ткани.

- Объемные параметры застройки: небольшая этажность и разнообразные соотношения открытых и застроенных участков создают со-масштабную человеку среду, которую горожане оценивают как комфортную и наполненную событийной интригой. Этажность и массивность зданий коррелирует с шириной улиц и тем самым не отчуждает застройку от общественного пространства улиц, создает условия для повышения уровня безопасности внутри застройки за счет социального контроля.

- Параметры уличного фронта: непрерывный уличный фронт создает благоприятные условия для развития предприятий малого бизнеса за счет повышения интенсивности пешеходного трафика.

- Параметры фасадов: фасады характеризуются обилием различных стилевых и декоративных приемов, что повышает визуальную разнообразность городской среды.

Паттерны исторической среды (ИС) как прототип городской типологии

Анализ исторической среды городов приводит к идентификации ряда типологических паттернов, разделяющих и одновременно связывающих их целостную материю в непрерывно изменяющийся феномен среды. Все эти текущие изменения в исторически устойчивых городских системах избавлены от катастрофических трансформаций, а наоборот – носят характер органичных микропроцессов, соответствующих масштабу малой и среднеэтажной застройки и, в первую очередь, ограниченному размеру исходных модулей этой среды: дома, двора, соседства.

Типологические паттерны исторической среды (ИС) – есть одновременно простые, но многозначные элементы системы. Морфологическая структура города, являясь не только формой, но и символической и функциональной программой, носит фрактальный характер: двор сформирован как микрогород (рис. 8, 9). В разных вариантах квартал играет роль города благодаря внутренней улице и часовне. Город, в свою очередь, разбивается на «концы», обладающие своей иерархической подоплекой: церковью, управой, площадью, каланчой².

² В статье С.В. Грозовской анализируется взаимосвязь морфологии исторических кварталов Самары и Тбилиси середины XX – начала XXI в. с практиками соци-

В такой системе становится понятным, где и как активизируются частные, а где – максимально публичные коммуникации. Ясно, что в этих паттернах, типология – не функциональная предрешенность, а следствие максимальной адаптации паттерна к текущим процессам локальности. Общим знаменателем эффектив-



Рис. 8. Самара. Внутреннее пространство двора в историческом квартале. Двор выступает как промежуточное общественное пространство между домом и улицей. Именно во дворе происходят встречи соседей и решаются вопросы совместного будущего. В сущности, дом и двор представляют неразрывное целое и могут быть сведены к понятию уникальной типологии «дом-двор»

ального взаимодействия их жителей. Для этого применяется концепция «городской деревни» («Urban village»), теория городской морфологии и теория фреймов. «Жители исторических центров Тбилиси и Самары фреймируют пространство дворов как частно-публичное, продолжающее дом/квартиру. Жители присваивают себе пространство двора, но в то же время разделяют его с соседями. Двор осмысливается резидентами как место коммуникации и взаимодействий, что обуславливает их практики совместного времяпрепровождения и общения. Приватные и публичные пространства в самарских дворах располагают к совместной деятельности, а публичные пространства в тбилисских дворах – к общению. Маркеры, благодаря которым жители фреймируют двор как частно-публичное пространство, – относительно небольшое число жителей; небольшой размер двора; наличие старожил; малая и/или средняя этажность; наличие старых домов. Для Тбилиси ещё очень важны галереи, террасы и балкончики, объединяющие обитателей нескольких квартир, плотная периметральная застройка, а для Самары – возможность фрагментации границ дворов. Чем большее число маркеров утрачивается, тем сильнее ослабляются практики совместных действий» (рис. 10, 11).



Рис. 9. Типологический паттерн и морфотип исторического двора на примере Самары



Рис. 10. Старые одесские дворы. Небольшая дистанция между противоположными сторонами двора позволяет сохранять чувство внутренней общности. Галереи, идущие по фасадам, создают дополнительное пространство приватности. Фактически двор напоминает городскую улицу или площадь, но целенаправленно ограничивает количественные параметры: размеры пространства, число и состав дворового сообщества

ности подобных исторических прототипов является их архитектурная гармоничность, сложность и многообразие языка, привлекательный образ искусства. Именно в силу названных свойств паттерны исторической среды: дом, двор, улица, квартал, перекресток, площадь, собор, берег, городские ворота и монумент – приобретают силу актуального прототипа гармоничной типологии будущих архитектурных и градостроительных инициатив [9].

Структурно-морфологические характеристики приведенных паттернов отличаются именно тем, что совпадают с приведенными выше наиболее эффективными свойствами морфотипов гармоничной среды: параметрами земельных участков, объемными параметрами, параметрами уличного фронта и параметрами фасадов. Параметры морфотипа ИС



Рис. 11. Тбилисский двор. Традиционные крытые террасы-галереи с декоративной аркадой – самая характерная особенность организации этого пространства – одновременного частного и соседского, коллективного

могут рассматриваться как количественные предпосылки для разработки современной типологии. Однако не меньшую роль играют конкретные архитектурные коды (форма двора, структура частного и общественного, символические элементы и зоны, разнообразие языков, элементы), культурные ритуалы («дворовой перформанс») со своими закрепляемыми ролями, социальная и пространственная гибкость (национальная и гендерная толерантность, саморазвитие, диалог, смена тактики, соинвестирование), экологическое равновесие и экономическая эффективность (развитие множества инициатив, горизонтальное сотрудничество территорий) (рис. 12, 13).

Не следует понимать, что разработка типологии, наследующей морфотип исторического двора, является задачей с простыми действиями. Есть несколько специфических факторов, которые необходимо оценивать как существенные и проблематичные. К ним можно отнести, прежде всего, принцип сплошной застройки кварталов, предполагающий примыкание домов-дворов друг к другу без разрывов, что вступает в противоречие с действующими нормами застройки. Вторым интригующим аспектом исторического морфотипа двора является то самое свойство, которое исторически способствовало сближению соседей и выработке толерантности и взаимодействия между ними,

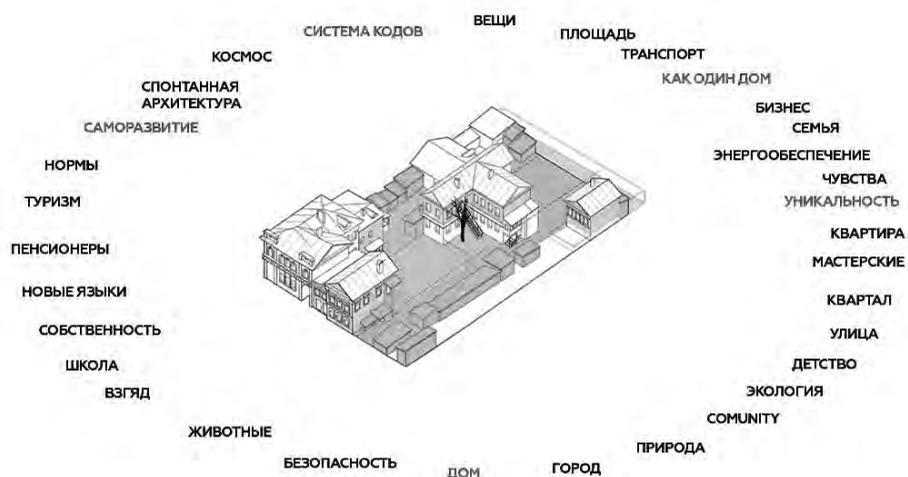


Рис. 12. Приоритеты двора как вероятного морфотипа новой типологии и генома устойчивой городской среды

САМАРСКИЙ КВАРТАЛ - УСТОЙЧИВОЕ СООБЩЕСТВО, ВОЗНИКАЮЩЕЕ КАК ОБЪЕДИНЕНИЕ НЕБОЛЬШИХ ДВОРОВЫХ СОСЕДСТВ.

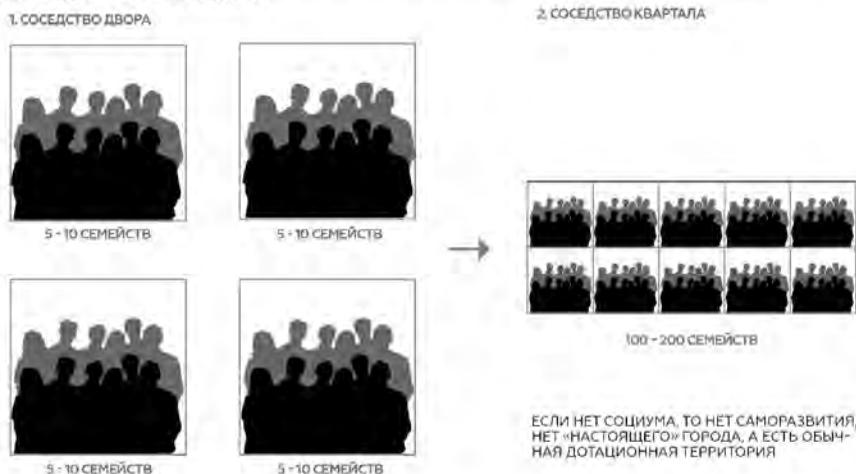


Рис. 13. Алгоритм последовательного образования городского сообщества

а именно – принцип обитания «окна в окна»; и третий немаловажный фактор – это недопустимость процессов саморазвития в существующих нормативных и проектных методологиях, в то время как именно саморазвитие застройки обеспечивало высокий уровень субъектности обитателей и их экономическую самостоятельность. Решению этих трех ключевых противоречий должен быть посвящен процесс последующего моделирования перспективной городской типологии (рис. 14).

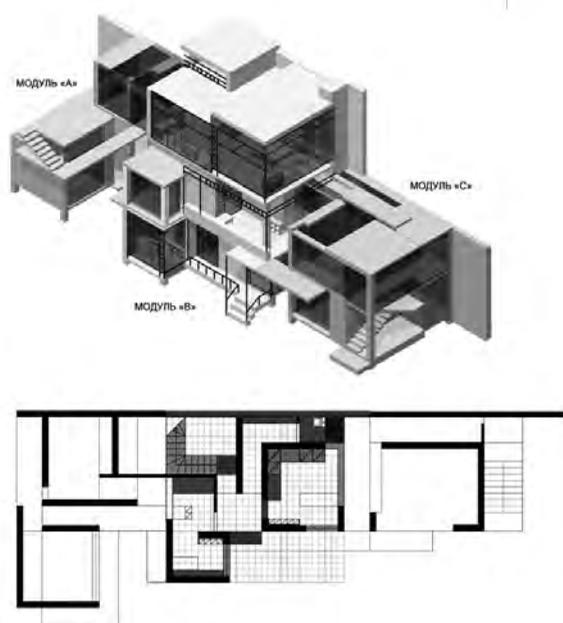


Рис. 14. «Дом-тетрис», экспериментальные разработки жилой типологии дома, вплотную примыкающего к границе парцеллы. Мастерская Малахова–Репиной, 2012 [10]

Выводы. 1. Возникновение актуального проблемного дискурса, связанного с модернистской стратегией «Лучезарного города» Корбюзье («Промышленного города» Гарнье), обусловлено попытками модернистов представить город как упрощенную модель функционалистского толка, ориентированную на идеалы утопии и социалистического метода общественной жизни и управления. Итогом внедрения этой стратегии на территории бывшего СССР стало внедрение т.н. «трехступенчатой системы обслуживания» и возведения городов на основе массовой типовой застройки микрорайонов.

2. На сегодняшний день кризисное состояние микрорайонной застройки большинства городов характеризуется малой экономической эффективностью данных территорий и, как следствие – перегрузкой транспортных се-

тей города за счет дневной маятниковой миграции населения, диффузным и стихийным характером расположения предприятий социально-бытового обслуживания населения, ростом преступности в силу слабого «социального» контроля и недостаточно развитых социальных связей между жителями.

3. Высотная застройка периферии мегаполиса – видоизмененная модель микрорайонной системы расселения в городах; сложившаяся в постсоветский период экономическая стратегия прогрессистской модели города как рыночного ресурса; возникающие повсеместно высотные жилые комплексы образуют периферийное городское кольцо жилых комплексов из однотипных квартир с чрезвычайно высокой плотностью застройки и отсутствием возможностей для образования локальных соседских связей, культурного обслуживания и продвижения стандартов городского образа жизни.

4. Анализ показывает, что принципиальным вектором оптимизации жилой среды городов прежде всего является воссоздание городских сообществ, начиная от небольших локальных соседств, максимально обеспечивающих толерантное взаимодействие горожан, сотрудничество и саморазвитие.

5. Осмысление города как феномена цивилизации и места концентрации культурных и социальных достижений предопределяет возникновение философских концепций проектного подхода к городскому пространству. Анализ морфологии городской ткани исторически сложившихся центров большинства городов выявляет определенные характеристики, которые в сумме делают городскую ткань высоко адаптивной к меняющимся обстоятельствам, и являются источником устойчивого развития городов. Смена стратегии городского развития от модернистской модели зонирования на синтез идентичных локальностей на основе выявленных средовых морфотипов позволяет сформулировать ряд принципиальных параметрических характеристик застройки, предопределяющих создание гармоничной жилой типологии будущего.

6. Ценность выявленных характеристик двора, как ключевого морфотипа исторической застройки, позволяет создать гипотетическую модель для обоснования и создания новой типологии городской среды. Двор в социальном понимании – малая ячейка общества, компактная территория общения и социальной гармонии. Именно взаимоотношение людей в нем является важным фактором восприятия пространства, порождая ощущение причастности и безопасности. Воспроизведение модели «исторического паттерна», как совокупности

выявленных положительных характеристик среды, повышает эффективность архитектурных типологических разработок по сохранению и адаптации новых объектов строительства как в сложившихся районах, так и на вновь застраиваемых территориях.

7. Принципиальные границы поискового пространства в разработке новой типологической модели, а также ее контент будут, в первую очередь, определяться на пути переосмысления действующих нормативов, препятствующих созданию компактной малоэтажной и среднеэтажной застройки многофункционального типа, объединяющей небольшие соседства горожан вокруг внутренних ограниченных по площади коллективных пространств.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Малахов С., Репина Е. Актуальная органическая архитектура // Проект Байкал. 2022. №2. С. 20–29.
2. Большаков В.П., Новицкая Л.Ф., Особенности культуры в ее историческом развитии. Великий Новгород, 2000. 120 с.
3. Вагин В.В. Городская социология. М., 2000. 200 с.
4. Лашенко С.В., Репина Е.А., Грозовский Б.В. Как регенерировать историческую среду российских городов: инструменты соучастия и регулирования // Innovative Project. Самара, 2018. Т3, №9. С. 40–52.
5. Грозовская С.В. Городская морфология исторических центров Самары и Тбилиси и практики социального взаимодействия жителей // Вестник антропологии. 2022. № 1. С. 84–103.
6. Самарский двор / Й. Шиманн, О. Вейерс, Л. Арарипе Рэнд, Е. Репина, С. Малахов, А. Гниломедов. TATLIN, 2020. 448 с.
7. Лашенко С.В. «Городская деревня» («Urban village») как форма обитания в исторических центрах больших городов // Градостроительство и архитектура. 2020. Т. 10, № 3. С. 45–51. DOI: 10.17673/Vestnik.2020.03.7.
8. Джекобс Дж. Смерть и жизнь американских городов. М.: Новое изд-во, 2011. 100 с.
9. Малахов С.А., Бусел Ю.К. Двор как перспективная пространственная единица городской среды // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре: сборник статей 79-й Всероссийской научно-технической конференции СамГТУ. Самара, 2022. С. 200–212.
10. Малахов С.А. Возможность интерпретации композиционной модели как проектной. Опыт эксперимента на тему «Дом-Тетрис» // Вестник Ленинградского государственного университета имени А.С. Пушкина». 2015. Т.2, №1. С. 40–49.
2. Bolshakov V.P., Novitskaya L.F. *Osobennosti kul'tury v ee istoricheskom razvitii* [Features of culture in its historical development]. Veliky Novgorod, 2000. 120 p.
3. Vagin V.V. *Gorodskaya sociologiya* [Urban sociology]. Moscow, 2000. 200 p.
4. Lashchenko S.V., Repina E.A., Grozovsky B.V. How to regenerate the historical environment of Russian cities: instruments of complicity and regulation. Innovative Project, 2018, vol. 3, no. 9, pp. 40-52. (in Russian)
5. Grozovskaya S.V. Urban morphology of the historical centers of Samara and Tbilisi and the practice of social interaction of residents. *Vestnik antropologii* [Bulletin of Anthropology], 2022, no 1, pp. 84-103. (in Russian)
6. Shimman Y., Veyyers O., Araripe Rend L., Repina E., Malakhov S., Gnilomedov A. *Samarskiy dvor* [The samarsky yard]. Yekaterinburg, TATLIN Publ., 2020. 448 p.
7. Lashchenko S.V. «Urban village» as a form of habitation in the historical centers of large cities. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2020, vol. 10, no. 3, pp. 45-51. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2020.03.7.
8. Jacobs J. *Death and life of American cities*. Moscow, New Publishing House, 2011.
9. Malakhov S.A., Busel Yu.K. Yard as a promising spatial unit of the urban environment. *Tradicii i innovacii v stroitel'stve i arhitekture: sbornik statej 79-j Vserossijskoj nauchno-tekhnicheskoj konferencii SamGTU. Samara* [Traditions and innovations in construction and architecture: collection of articles of the 79th All-Russian Scientific and Technical Conference of SamSTU], Samara, 2022, pp. 200-212. (in Russian)
10. Malakhov S.A. The possibility of interpreting a composite model as a design one. Experiment experience on the topic «House-Tetris». *Vestnik Leningradskogo gosudarstvennogo universiteta imeni A.S. Pushkina* [Bulletin of the Leningrad State University named after A.S. Pushkin], 2015, vol .2, no. 1, pp. 40-49. (in Russian)

REFERENCES

1. Malakhov S., Repina E. Actual organic architecture. *Proekt Bajkal* [Project Baikal], 2022, no. 2, 2022, pp. 20-29. (in Russian)

Об авторах:

МАЛАХОВ Сергей Алексеевич

доктор архитектуры, профессор, профессор кафедры основ архитектуры и художественных коммуникаций Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет
Институт строительства и архитектуры
129337, Россия, г. Москва, Ярославское шоссе, 26
профессор кафедры инновационного проектирования Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: s_a_malahov@mail.ru

MALAKHOV Sergey A.

Doctor of architecture, Professor of the Architecture and Artistic Communications Chair
National Research Moscow State University of Civil Engineering
Institute of Construction and Architecture
129337, Russia, Moscow, Yaroslavskoye hw, 26;
Professor of the Innovative Design Chair
Samara State Technical University
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244
E-mail: s_a_malahov@mail.ru

БУСЕЛ Юлия Константиновна

аспирант кафедры основ архитектуры и художественных коммуникаций Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет
Институт строительства и архитектуры
129337, Россия, г. Москва, Ярославское шоссе, 26

BUSEL Yulia K.

Postgraduate Student of the Fundamentals of Architecture and Artistic Communications Chair
National Research Moscow State University of Civil Engineering
Institute of Construction and Architecture
129337, Russia, Moscow, Yaroslavskoe highway, 26

Для цитирования: Малахов С. А., Бусел Ю. К. Историческая среда как прототип новой городской типологии // Градостроительство и архитектура. 2022. Т. 12, № 4. С. 129–141. DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.16.

For citation: Malakhon S.A., Busel Yu.K. Historical Environment as a Prototype of a New Urban Typology. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2022, vol. 12, no. 4, pp. 129–141. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.16.

АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. ТВОРЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ АРХИТЕКТУРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ



УДК 159.922.2:316.6

DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.17

Т. В. КАРАКОВА
Ю. С. ВОРОНЦОВА

ПРИНЦИПЫ ПСИХОГЕОГРАФИИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

PRINCIPLES OF PSYCHOGEOGRAPHY
IN THE URBAN ENVIRONMENT DESIGN

Статья посвящена анализу специфики такого метода исследования городской среды, как психогеография, а также изучению инструментария взаимодействия человека и городской среды. Уделено внимание восприятию городской среды человеком, влиянию этой среды на поведение горожан. Затрагиваются вопросы влияния человека на формирование городской среды. Рассматриваются аспекты включения психогеографических изысканий в работе архитекторов и дизайнеров.

The article is devoted to the analysis of the specifics of such a method of studying the urban environment as psychogeography, as well as to the study of the tools of interaction between a person and the urban environment. Attention is paid to the perception of the urban environment by a person, the influence of this environment on the behavior of citizens. The issues of human influence on the formation of the urban environment are touched upon. The aspects of the inclusion of psycho-geographical research in the work of architects and designers are considered.

Ключевые слова: город, восприятие, психогеография, теория дрейфа, семиотика пространства, урбанизм

Keywords: city, perception, psychogeography, drift theory, semiotics of space, urbanism

Впервые концепт психогеографии появился на страницах эссе «Введение в критику городской географии» лидера французского авангардного ситуационистского движения Ги Дебора, который использовал этот термин для описания набора специфических техник по исследованию и трансформации городской и общественной среды [1]. Разница между «просто гулять» и психогеографией состоит в осознанности, аналитическом и творческом подходе к освоению городской среды, а также в желании привносить в эту среду собственные изменения.

Ги Дебор считал дрейф техникой прохождения сквозь изменчивую атмосферу города и составил гибкие правила исследования города, основанные на создании практических «ситуаций», которые бы отличались от тех,

что привычны горожанам. Концепция создания «ситуаций» предвосхитила современные игровые квесты в городе. Создавалась она как стратегия борьбы со спектаклем отчуждения и поэтому первоначально имела скорее политически-культурологический, чем исследовательски-игровой характер (именно такой характер психогеография приобретает сегодня). Основная идея дрейфа – отойти от привычного способа движения. Целей может быть много: изучение местности, отдых, развлечения, психотерапия, формирование новых маршрутов, бизнес-аналитика территории, социологическое исследование городской среды.

Интерес к изучению психогеографии время от времени возникал в ряде стран – США, Великобритании, России и др. В настоящее



время этим явлением интересуются не только урбанисты и архитекторы, искусствоведы и философы, но и творчески ориентированная молодежь, на которую психогеография ориентировалась изначально. Паркур является одним из примеров этого трансформированного городского дрейфа. Ведь цель трейсера – поиск новых маршрутов, познание улиц не только в плане красоты, а также проходимости и сложности. Идеи психогеографии вольно и невольно затрагивают стрит-арт художники. Именно они создают ситуации для случайного наблюдателя или для урбанистов и других исследователей городской среды.

Изобретение нетривиальных маршрутов и стремление поделиться своими открытиями с другими людьми являются начальными определяющими аспектами соучаствующего проектирования в сфере архитектуры и дизайна.

При исследовании и рассмотрении уже знакомого пространства под непривычным ракурсом у горожанина появляется возможность осуществлять личные открытия и креативное взаимодействие с повседневным пространством, поскольку за каждой точкой на карте города скрывается история. Подобные открытия призваны побудить открытия к описанию эффектов, вызванных встречей с ними, предполагают спонтанное взаимодействие с историей города.

Психогеография – субъективная тактика присвоения городского пространства посредством путешествий по территории города, пробуждающих любопытство исследований уже знакомого пространства, взгляда на привычное под необычным углом и т. д. с целью изобрести уникальные маршруты и популяризировать их. Согласно исследованиям, предпринятым лондонской психогеографической ассоциацией в 1990х гг., и актуальным исследованиям последних лет, психогеография как понятие может быть осознано только через практическое применение через следующие техники: городской дрейф, когнитивное картографирование [2].

Городской дрейф – это попытка понять повседневную жизнь города с помощью нетрадиционных, непривычных, придуманных и не продуманных заранее маршрутов; альтернативный способ познания города. Для дрейфа принципиально важен полный отказ от привычных маршрутов, ориентация лишь на достопримечательности ландшафта и собственные эмоции исследователя [3].

Набор относительных правил городского дрейфа Ги Дебора: испытать и зафиксировать какое-либо ощущение, собрать объективные и субъективные данные, разделить их со спутниками, сделать выводы [4–6]. Знания, полученные путем дрейфа, позволяют: создать психогеогра-

фический образ города; находить в нем общие черты и изучать, как эти черты проявляются в разных районах; находить основные психогеографические точки города; понимать психогеографическое расстояние между двумя районами города (которое может сильно отличаться от физического расстояния между ними).

Также исследовать город можно с помощью когнитивных карт. Их составляющими являются привычные и непривычные маршруты, ориентиры и доминанты среды. Когнитивные карты исследуют когнитивный ландшафт как выражение представлений человека об атмосфере города, которые зависят от того, как его семиотическое содержание воспринимается и интерпретируется горожанами (рис. 1). Когнитивные карты являются выражением комплексной оценки значимости элементов общественных пространств для горожан. В незнакомом городе у человека формируется «гостевое восприятие» среды, более яркое и острое, он подвергает ее оценке, это восприятие может меняться со временем.

По К. Линчу, составление когнитивных карт основывается на идее образоспособности среды, так как среда пробуждает и фиксирует в сознании горожанина совокупность образов за счет путей, границ, узлов и ориентиров. Идеи психогеографии и деконструкции городской топографии находили мимолетное отражение даже в таких неожиданных местах, как «Веселые картинки». В частности, пионером советской психогеографии стал штатный художник «Веселых картинок» И. Пяткин. Пяткин провел мощную деконструкцию московской топографии в соответствии с основными провозглашенными Дебором идеями и после этого выпустил в дрейф по городскому лабиринту Сашу и Машу, чтобы проверить на них действенность психогеографических методов (рис. 2).

Психогеографический инструментарий взаимодействия человека и городской среды весьма обширен, однако его можно разделить на три условные группы:

- визуальный анализ городской среды (изучение пешеходной активности, эмоциональное картографирование точек притяжения горожан, определение видовых кадров для стрит-арта);
- событийный контекст (реализуется на макро- и микроуровнях через наблюдение и соучастие с целью погружения в игровой контекст);
- творческий синтез образов города (реализуется посредством анализа городской среды и ее фиксации любыми изобразительными средствами – фото, видео, коллаж, графика с целью последующего создания новых проектов, объектов искусства).

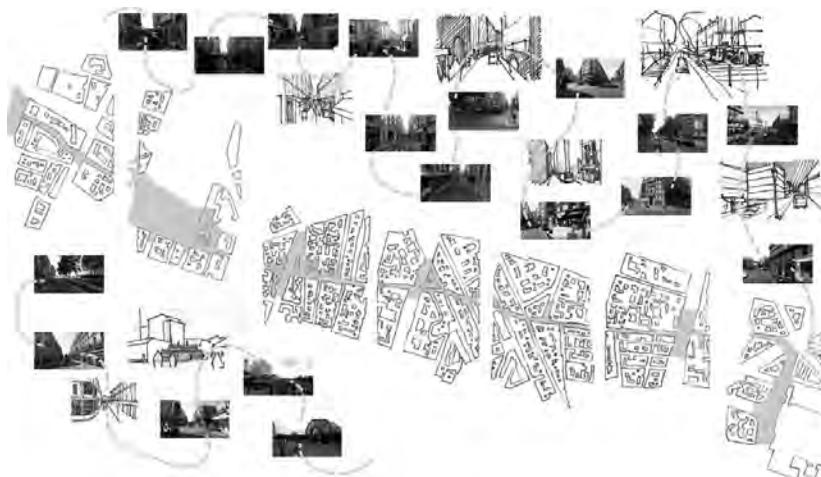


Рис. 1. Пример когнитивной психогеографической карты города

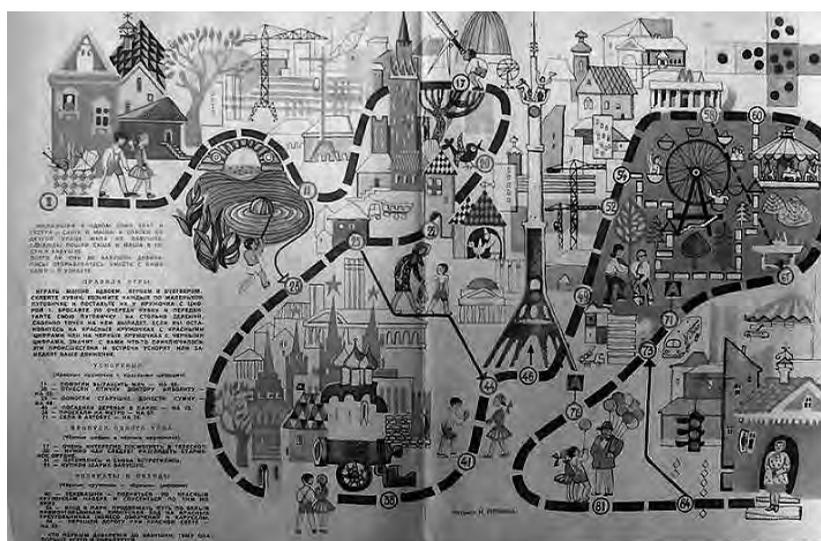


Рис. 2. Настольная игра-путешествие («Веселые картинки». 1969. №9)

Использование в архитектурной и дизайнерской практике принципа творческого синтеза городских визуальных образов многогранно и является отправной точкой к пониманию как закономерностей, так и индивидуальных особенностей городской среды. В качестве примера можно привести структурирование среды на основе выбранного сценария, которое базируется на следующем алгоритме действий: анализ собранного в результате натурных обследований фотоматериала и составление графического стилизованного коллажа (плоскостное изображение, использование цвета, барельефное изображение), фотофиксация городской среды, выявление наиболее удачных фотографий и создание на их основе фотоколлажа, эскизирование и выполнение графических упражнений на основе коллажа.

Кроме того, психогеографические методики могут служить базой для поиска композиционных решений (как плоскостных, так и объемных): создание барельефа на основе коллажа и выполненных графических упражнений, определение «настроения» проекта и выбор цветового решения.

На рис. 3 показан пример фотографического анализа среды знаковых мест Самары с последующей трансляцией и интерпретацией зафиксированных образов в графические и объемно-пространственные панно.

В настоящий момент сложились следующие принципы психогеографических исследований городской среды:

1. Достижение гармонии с окружением за счет выявления его сложившихся композиционных особенностей.

2. Историко-культурные, семиотические, морфологические, типологические и тектонические коды, сложившиеся в среде.

3. Выявление и сохранение существующих деталей среды как ценных исторических артефактов и как прототипов композиционных структур разрабатываемых объектов.

4. Принцип диалога с местом, его духом и его историей, выявление изначально присущих среде свойств, формирование дизайн-кода.

В результате изучения явлений, связанных с городским дрейфом, авторы выделяют следующие психогеографические исследования городской среды: анализ семиотических, феноменологических аспектов среды, особых данных, позволяющих архитектору расширить для себя техническое задание на проектирование; анализ физических, топологических, стилистических характеристик контекста, истории места;

выявление аутентичных кодов, расширяющих параметры «знаковости» места.

Помимо реального городского пространства, психогеография проникает внутрь его медиа-прототипов, т. е. активно использует современные технические средства для совершенствования процесса исследований и проектирования. Например существуют мобильные приложения, которые позволяют устроить массовый городской квест-интерактив, оставлять всевозможные «метки» и коды на картах города, рисовать маршруты и сообщать о запланированных дрейфах онлайн. К таким приложениям относятся Yellow Arrow, Grafedia, Dencity, Semapedia [7–9]. Данные ресурсы пока существуют лишь в англоязычных версиях, но так как популярность психогеографии набирает обороты, возникновение адаптаций на других языках – лишь вопрос времени.



Рис. 3. Пример психогеографического подхода в анализе г. Самары с последующей трансляцией и интерпретацией зафиксированных образов

Вывод. Практика психогеографии и городской дрейф позволяют исследователям городской среды видеть динамику изменений пространства улиц – постоянное незаметное движение, которое теряется, если наблюдать его из привычного места. Это позволяет нам не только увидеть по-новому город и собственную жизнь, но и заложить теоретический и практический фундамент для проектирования благоустройства городской среды в целом и ее отдельных элементов в частности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дебор Г. Психогеография. М.: Ад Маргинем Пресс, 2017. 112 с.
2. Дрейф в городе. – URL: <https://theoryandpractice.ru/posts/620-dreyf-v-gorode/> (дата обращения: 28.10.2021).
3. Медиапространство. – URL: <https://www.prostranstvo.media/situatsiya-dreyfa-subyektivnoye-issledovaniye-ulits-i-ikh-kultury/> (дата обращения: 28.10.2021).

4. Каракова Т.В., Воронцова Ю.С. Роль аттрактивности визуального поля современного города // Вестник Приволжского территориального отделения Российской академии архитектуры и строительных наук: сб. науч. тр. / Нижегородский гос. арх.-строит. ун-т. Н. Новгород, 2020. С. 83–85.

5. Валишин Ю.И. Психогеография города // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2017. № 2. С. 29–41.

6. Линч К. Образ города. М.: Стройиздат, 1982. 328 с.

7. Элларт К. Среда обитания. (Как архитектура влияет на наше поведение и самочувствие). М.: Альпина Паблишер, 2016. 282 с.

8. Wark M. The Beach Beneath the Street. The Everyday Life and Glorious Times of the Situationist International. London; New York: Verso, 2011. 206 p.

9. Hauge Å. Identity and place: A critical comparison of three identity theories // Architectural Science Review. 2007. № 50. P. 44–51.

REFERENCES

1. Debord G. *Psihogeografiya* [Psychogeography]. Ad Marginem Press, 2017. 112 p.

2. *Dreyf v gorode* [Drift in the city]. Available at: [https://theoryandpractice.ru/posts/620-dreyf-v-gorode/](https://theoryandpractice.ru/posts/620-dreyf-v-gorode) (accessed 28 October 2021).

3. *Mediaprostranstvo* [Media Space]. Available at: <https://www.prostranstvo.media/situatsiya-dreyfa-subyektivnoye-issledovaniye-ulits-i-ikh-kultury> (accessed 28 October 2021).

Об авторах:

КАРАКОВА Татьяна Владимировна

доктор архитектуры, профессор,
заведующая кафедрой дизайна
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244,
тел. (846) 339-14-67
E-mail: t.karakowa@mail.ru

ВОРОНЦОВА Юлия Сергеевна

кандидат архитектуры, доцент кафедры дизайна
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244,
тел. (846) 339-14-67
E-mail: yu.vorontsova@gmail.com

4. Karakova T.V., Vorontsova Yu.S. The role of attractiveness of the visual field of a modern city. *Vestnik Privolzhskogo territorial'nogo otdeleniya Rossijskoj akademii arhitektury i stroitel'nyh nauk: sb. nauch. tr. / Nizhegorodskij gos. arh.-stroit. un.* [Bulletin of the Volga Territorial Branch of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences. Collection of scientific papers. Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering]. Nizhny Novgorod, 2020, pp. 83-85. (in Russian)

5. Valishin Yu.. Psychogeography of the city. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki* [Bulletin of Moscow Region State University, Series: Natural Sciences], 2017, no. 2, pp. 29–41. (in Russian)

6. Lynch K. The image of the city. Massachusetts, The MIT Press, 1960. 194 p.

7. Ellard C. Places of the Heart: The Psychogeography of Everyday Life. New York, Bellevue Literary Press, 2015. 253 p.

8. Wark M. The Beach Beneath the Street. The Everyday Life and Glorious Times of the Situationist International. London; New York, Verso, 2011. 206 p.

9. Hauge Å. Identity and place: A critical comparison of three identity theories. *Architectural Science Review*, 2007, no. 50, pp. 44-51.

KARAKOVA Tatyana V.

Doctor of Architecture, Head of the Design Chair
Samara State Technical University
Academy of Civil Engineering and Architecture
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244,
tel. (846) 339-14-67
E-mail: t.karakowa@mail.ru

VORONTSOVA Yulia S.

PhD in Architecture, Associate Professor of the Design Chair
Samara State Technical University
Academy of Civil Engineering and Architecture
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244,
tel. (846) 339-14-67
E-mail: yu.vorontsova@gmail.com

Для цитирования: Каракова Т.В., Воронцова Ю.С. Принципы психогеографии в проектировании городской среды // Градостроительство и архитектура. 2022. Т. 12, № 4. С. 142–146. DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.17.
For citation: Karakova T.V., Vorontsova Yu.S. Principles of Psychogeography in the Urban Environment Design. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2022, vol. 12, no. 4, pp. 142–146. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.17.

А. А. КУЗНЕЦОВА
И. В. ЖДАНОВА

К ВОПРОСУ О РАЗВИТИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ШКОЛЬНЫХ ФОРУМНЫХ ПРОСТРАНСТВ

ON THE DEVELOPMENT OF THE FUNCTIONAL STRUCTURE OF SCHOOL FORUM SPACES

Функциональная структура современного школьного здания сложна и многогранна. В последних проектах можно выделить ряд кластеров: учебный, административный, вспомогательный и общешкольный. Анализ развития последнего из вышеперечисленных представляет наибольший интерес. Включение в структуру общешкольных пространств таких зон, как: лобби, лестницы для сидения, помещения медиатек, зоны для установки локеров, атриумов и трансформирующихся пространств концертных залов, позволяет архитекторам моделировать среды школьного здания с учетом современных потребностей подрастающего поколения. В исследовании особое внимание уделяется трансформации данного типа пространств и их развитию в отечественной практике, начиная с типовых проектов советского периода и заканчивая современными проектами школьных зданий.

Ключевые слова: школьные форумы, общешкольный кластер, функциональная структура, архитектура школ, атриум

Комплексную систему общего образования в России можно разделить на два основных периода: советская образовательная система и современная образовательная система, которая на сегодняшний день проходит свое становление. Архитектура школьных зданий неразрывно связана с основными педагогическими методиками, на основе которых ведется образовательный процесс. В справочных источниках «школа» – это учебное заведение для получения общего образования. Из определения следует, что учебное заведение (организация) по своему объемно-планировочному решению должно обеспечить все условия для процесса получения общего образования.

Ретроспективный анализ становления системы светского (общедоступного) образования позволяет проследить эволюцию системы зданий школьных организаций начиная с XVIII в. Именно в это время формируются представления о необходимости школы как самостоятельного типа общественного здания. В данный пе-

The functional structure of a modern school building is complex and multifaceted. In recent projects, a number of clusters can be distinguished: educational, administrative, auxiliary and school-wide. Analysis of the development of the last of the above is of the greatest interest. The inclusion of areas such as lobbies, seating stairs, media library rooms, areas for installing lockers, atriums and transforming spaces of concert halls into the structure of school-wide spaces allows architects to model the environment of a school building, taking into account the modern needs of the younger generation. The study pays special attention to the transformation of this type of spaces and their development in domestic practice, starting with typical projects of the Soviet period and ending with modern designs of school buildings.

Keywords: school forums, school-wide cluster, functional structure, school architecture, atrium

риод началось строительство первых училищ. В конце XIX–начале XX в. появились уже типовые проекты, возведение которых предполагало учет строительных норм и педагогических требований. Первоначально школы состояли из учебных классов, расположенных на втором этаже, коммуникационных помещений и жилых квартир учителей на первом этаже. В начале XX в. состав помещений пополнился гимнастическими залами, кабинетами физики, химии, истории и рисунка. В начале XX в. проектировались классы пения, библиотеки, актовые залы и медицинские кабинеты [1].

В 1932–1934 гг. в СССР были установлены общие требования к организации учебного процесса, что послужило началом для разработки проектов школьных зданий на 280, 400 и 800 мест. Типовые здания строились в два–четыре этажа. В 1950–1960 гг. началось массовое жилищное строительство, создавались микрорайоны, в которых возводились новые школы. Проекты зданий типа МЮ и 65-426/8 массово

применялись в районах с пятиэтажной застройкой. Типовой проект У-76 применялся в районах с 9- и 12-этажной жилой застройкой (рис. 1). Общими характеристиками школ советского периода являются: компактность общих компоновочных решений школьных зданий, повышенная этажность (до 6 этажей в ряде случаев), высокая наполняемость классов (30-40 учащихся) при небольшой общей площади.

Далее, с изменением государственного строя, в результате резких демографических колебаний произошла стагнация в развитии архитектуры школьных зданий, а также переход от массового типового строительства к единичным авторским проектам, возникновение которых было стихийным и бессистемным. В 2010 г. был дан старт государственной образовательной инициативе «Наша новая школа», что послужило толчком к переосмыслению архитектуры школьного здания и выходу на комплексный подход в строительстве данных объектов. Сотрудниками Московского государственного строительного университета было проведено исследование по поиску новых перспективных типовых проектов школьных зданий, отвечающих требованиям новых образовательных стандартов. В ходе работы специалистами был сформирован принцип универсального учебного кабинета, который рассчитан на организацию фронтальных, групповых и индивидуальных занятий, а также принцип модульного проектирования. Данное исследование легло в основу многих проектов школьных зданий последних пяти лет.

В настоящее время в российских школах происходит целый ряд изменений: увеличи-

вается количество школ, различных по своей планировочной структуре и оснащению, внедряются новые образовательные технологии, большую значимость приобретает инновационная, исследовательская и проектная деятельность. На территории РФ появляется все больше интегрированных учебных комплексов как объединение ступеней общего образования в одном или в нескольких зданиях, но на одной территории. Основные функциональные блоки – это дошкольное образование (детский сад) и общая школа, в которую входят три образовательные ступени: начальная, общая и средняя. Комбинаторика образовательных ступеней может быть различна. Такие объекты появляются и в столице, и в регионах. Вместимость варьируется от 550 до 1100 человек. Здания подобного вида есть во всем мире, и они имеют ряд преимуществ. В первую очередь, ребенок не испытывает дополнительного стресса при переходе из одной образовательной среды в другую. Ученики подобных комплексов не испытывают навигационной дезориентации и не тратят дополнительные психологические ресурсы для двигательной адаптации.

Принцип объединения дошкольной и школьной функций в одном здании применяется на территории России с XIX в. Например, в 1832 г. при Гатчинском воспитательном доме была открыта школа для десяти мальчиков, в которой дети обучались с 4 до 16 лет. С 1837 г. в школе обучалось уже 120 мальчиков в возрасте от 4 до 10 лет, при этом школа выполняла функции интерната.

Подводя итог, можно сформулировать определение **современного образователь-**

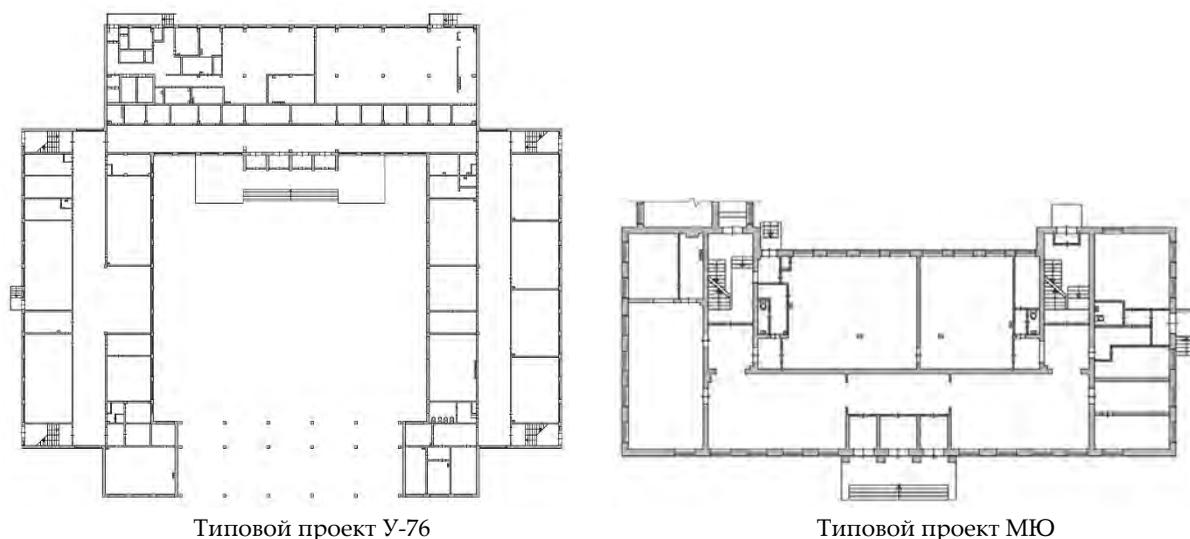


Рис. 1. Примеры типовых проектов школьных зданий советского периода

ного комплекса как объекта в архитектурном проектировании – это здание различной объемно-пространственной организации, обладающее насыщенной функционально-планировочной структурой, неотъемлемой частью которой являются помещения, обеспечивающие функционирование четырех уровней общего образования: дошкольного, начального, общего и среднего.

Функциональную структуру образовательного комплекса можно разделить на три основных блока: блок начальных классов, который может включать комбинированный блок (БНК), учебный блок основной и средней школы и общешкольный блок.

Блок начальной школы состоит из следующей группы помещений:

- дошкольное отделение;
- школьное отделение 1–4 классов;
- общешкольные помещения начальной ступени образования.

Учебный блок основной и средней школы включает в себя:

- учебные секции для 5–9 классов;
- учебные секции для 10–11 классов.

Общешкольный блок объединяет следующие помещения:

- спортивно-оздоровительные помещения;
- помещения столовой и пищеблока;
- библиотеку;
- группу помещений биолого-опытной деятельности;
- группу помещений для технического творчества;
- группу помещений художественного воспитания;
- группу помещений зрительного зала;
- рекреационный центр-форум;
- административную группу;
- вестибюльную группу.

В структуре образовательного комплекса возникают многофункциональные общественные пространства (форумы), соединяющие как буферы три основных блока. Для получения доступа к различным образовательным и досуговым функциям в образовательном комплексе внутренняя коммуникация происходит через коридоры, форумы, рекреации. Таким образом, применение развитых функционально-композиционных схем является наиболее целесообразным решением для комбинаторики отдельных функциональных блоков образовательного комплекса и соблюдения инсоляционных норм для отдельных видов помещений. Как следствие, на пересечении коммуникативных узлов возникают многофункциональные внутренние пространства различной композиционной организации.

Форумные школьные пространства – это сложный многофункциональный объект в структуре современной школы. На сегодняшний день представляется целесообразным выявить основные внутренние функциональные зоны, их комбинаторику и развитие в зависимости от вместимости образовательного комплекса.

Проводя ретроспективный анализ формирования форумных, общешкольных пространств, следует отдельное внимание уделить развитию данной функциональной структуры в российских школьных зданиях эпохи типового строительства и в структуре современных школьных проектов, рассмотреть наиболее характерные примеры зарубежных объектов проектирования данной типологической группы, а в последующем сформировать общую функциональную концепцию этой функциональной зоны.

В типовых школьных зданиях советского периода общешкольные пространства имели строго утилитарное значение: коммуникацию в вертикальном и горизонтальном уровнях между учебными классами, проведение мероприятий в обособленных пространствах актовых залов, читальных залах в библиотеках, наличие которых зависело строго от вместимости образовательного учреждения.

Рекреационные пространства состояли из коридоров, рекреаций, лестничных маршей. Доступ для вертикальных коммуникаций для маломобильных групп населения (МГН) отсутствовал. Общешкольные пространства в большинстве проектов данного периода располагались в композиционном центре объекта (типовой проект-школа на 33 класса серии 222-1-457.86) и включали в себя: вестибюль, гардероб, поэтажные рекреации. Как правило, через центральный вестибюль происходила коммуникация в актовый зал, который состоял из стационарных зрительских мест, эстрады и авансены. Реже встречалась сцена с колосниковой частью [1–3]. Помещение столовой с обеденным залом также связывалось с центральным вестибюлем. Доступ в санузел осуществлялся непосредственно через него. Что касается библиотеки, чаще она находилась на другом этаже и не имела связи с центральным вестибюлем. В большинстве проектов общешкольные пространства по этажности совпадали с высотой основных учебных помещений, освещались только боковыми оконными проемами или не имели естественного освещения. Среди типовых проектов данного периода можно выделить проект серии 221-1-688м.90. Здесь центральный вестибюль имеет компактную форму, связан со всеми учебными помещениями и осуществляет коммуникацию как с читальным залом, так и с актовым залом в достаточно компактной структуре (рис. 2).

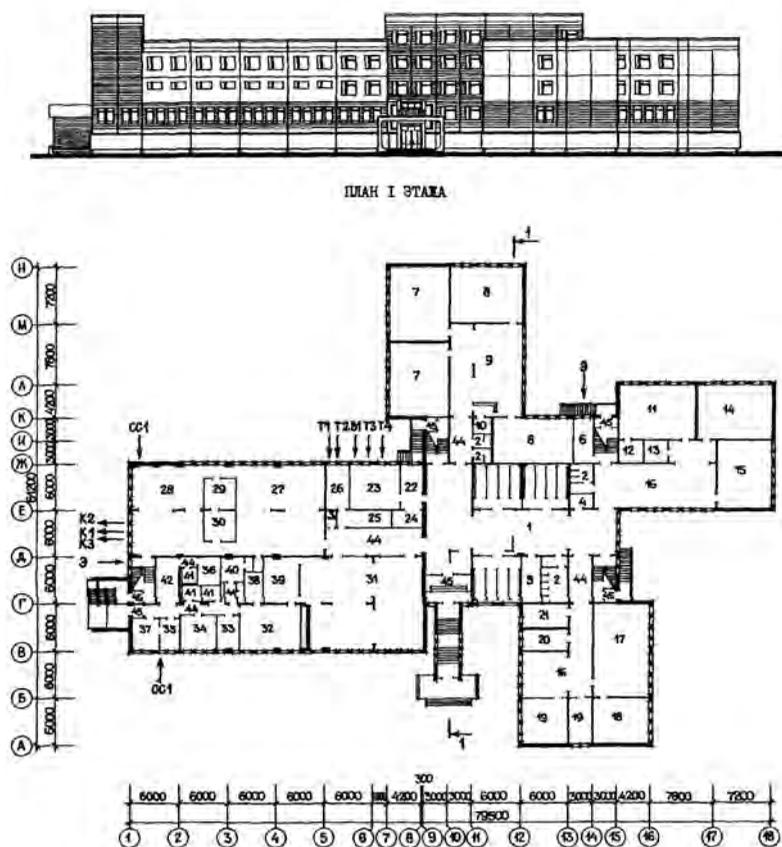


Рис. 2. Типовой проект серии 221-1-688м.90

В объектах современного строительства школьных зданий общешкольные помещения претерпели значительные изменения. Пространственная организация школьных зданий обычно зависит от педагогической методики, демографических показателей места проектирования и задания на проектирование. На основе изучения закономерностей архитектурно-типологического формирования современных общешкольных пространств можно сформировать основы комплексной методики проектирования в данной отрасли. Рассмотрим наиболее яркие российские примеры школьных зданий с развитым форумным пространством [3–5].

Образовательный комплекс «Точка будущего» в Иркутске – это масштабный проект благотворительного фонда «Новый дом» (первоначальное рабочее название проекта «Умная школа»). Участок площадью в 20 га, на котором выстроен образовательный комплекс, расположен между Байкальской улицей, Чертугеевским заливом и границей города. Концепция образовательного комплекса разрабатывалась с 2013 г. «Точка будущего» – это благотворительный проект. Поводом, послужившим для его создания, стал один из проблемных вопро-

сов Иркутского региона – в области 16 500 детей, оставшихся без попечения родителей. Образовательный комплекс объединен в единый кластер с поселком для приемных семей, что дает возможность обучаться на равных условиях всем детям без исключения (рис. 3). Центральным ядром комплекса стали шесть корпусов, обрамленных стальными колоннами. Сомкнувшись в огромную 200-метровую окружность, они образовали учебное пространство площадью в 30 000 м² с просторным открытым внутренним двором. Корпуса связаны между собой переходами и общими многофункциональными территориями, а также имеют индивидуальные выходы во внутренний двор.

В проекте школы Wunderpark от архитектурного бюро Archstruktura форумное пространство является центром композиционной и планировочной структуры частной школы. Основные функции данного форума: просветительская, образовательная и развлекательная. Смена функций осуществляется за счет мобильных конструкций, отделяющих эркерные части форума от основной площадки, на которой расположен амфитеатр для зрителей [5–7].

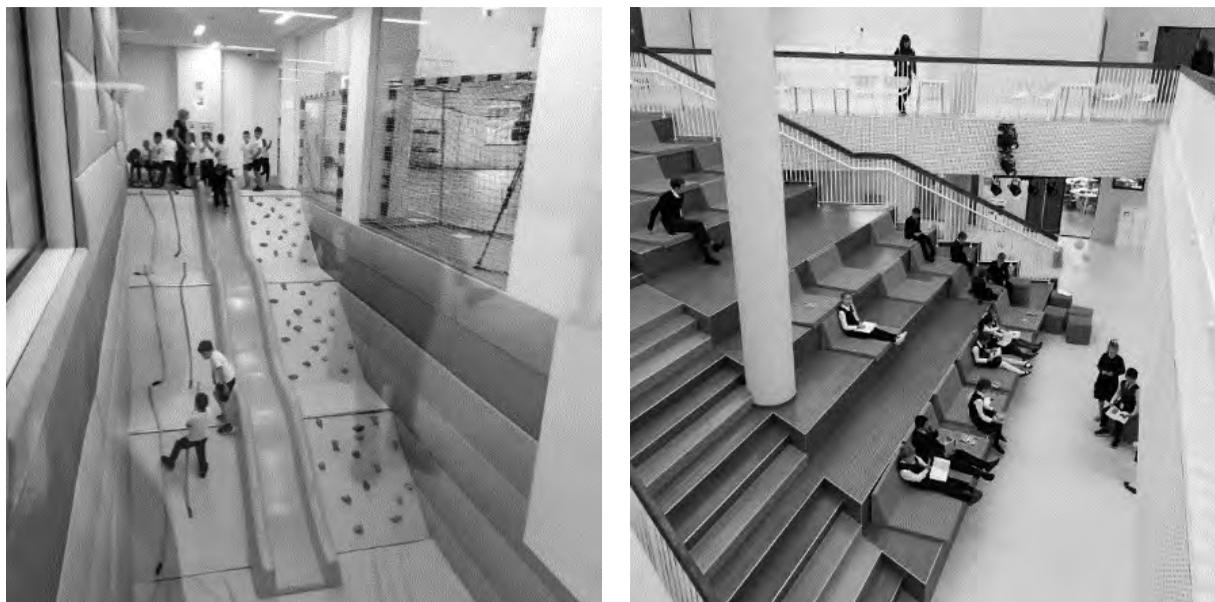


Рис. 3. Образовательный комплекс «Точка будущего», Иркутск

При рассмотрении мирового опыта проектирования образовательных комплексов особого внимания заслуживают азиатские образовательные объекты, поскольку российские и азиатские образовательные системы достаточно схожи и имеют равное количество образовательных ступеней и уровней. В городе Шэньчжэнь (Китай) в 2019 г. был введен в эксплуатацию образовательный комплекс на 2500 человек, что для Китая является средним показателем вместимости. Этот объект состоит из трех основных модулей: дошкольного отделения, начальной и средней ступени, а также старшей школы. Модули собраны в компактную структуру, коммуникация осуществляется за счет внутреннего открытого двора в летнее время и через форумное пространство в холодное время года (рис. 4). Такая же коммуникация между отдельными блоками через закрытое форумное пространство представлена в образовательном комплексе «High school» на 1700 мест в Пекине (Китай, 2019 г.), но в отличие от предыдущих примеров в данном объекте присутствует только старшая образовательная ступень с отдельными функциональными блоками: естественно-научным, техническим, гуманитарным и спортивным (рис. 5).

Еще одним из интересных примеров проектирования образовательного комплекса является «Basis International School Park Lane Harbour» в Гуанджоу (Китай). Это школа-интернат, вмещающая 1200 учеников. Площадь застройки составляет 43 000 м², кампуса – 70 000 м². Место кампуса было выбрано в горном лесу на берегу залива Парк-Лейн. Участок покрыт густой растительностью с перепадом высот 58 м,

от самого низкого до самого высокого уровня. Между разными высотами существует множество транспортных соединений, что удобно для учителей и учеников в школе. Связи с разными высотными отметками устанавливаются путем полного использования ландшафта участка, что снижает необходимость подъема и спуска. Базисная международная школа состоит из обучающей группы (включая ресторан с обзором на 360 град, крытый спортзал), общежития и спортивной площадки на вершине. Группы общежитий принимают форму башен в стиле рассредоточенных точек [7–10]. По замыслу архитекторов функциональную структуру кампуса можно разделить на две основные группы: базовую среду обучения (с упором на внутренние отношения) и среду межличностного общения (с упором на активный отдых и межличностное общение). Эти две группы определяют внутреннюю и внешнюю среду кампуса. Международные школы применяют модель обучения по выбору класса, и у учащихся нет фиксированной классной комнаты (рис. 6).

Анализ передового мирового и отечественного опыта проектирования и строительства образовательных комплексов показал, что объединение развитых функциональных блоков через буферные (форумные) пространства в структуре одного объекта является перспективным направлением развития архитектуры образовательных организаций. Использование отдельных помещений как многофункциональных пространств, внедрение в структуру образовательного процесса открытых внутренних дворов и, напротив, включение спортивных



Рис. 4. «High school», Шэньчжэнь, Китай



Рис. 5. High school, Пекин, Китай

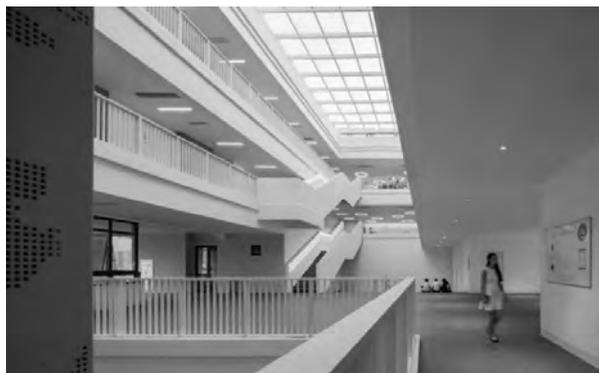


Рис. 6. «Basis International School Park Lane Harbour» в Гуанджоу, Китай



объектов в пространство комплекса встречаются в различных примерах проектирования. Также представляется возможным выделить основные особенности современных общешкольных пространств [10–13].

Все основные школьные функции расположены вдоль центрального линейного пространства – горизонтальное коммуникационное пространство, «центральная улица» здания. Это живое, активное пространство, соединяющее основные блоки школьного здания и центральный вход. Объемно-планировочное решение включает остекленное форумное пространство и рекреации повышенной этажности. Планировка современной школы – это «город-в-городе». Городская планировка переосмысливается как свободная композиция форум на основе ма-

тричной комбинации открытых, гибких социальных пространств с регулярной планировкой учебных классов как в интерьере, так и в экстерьере здания. Атриумы являются неотъемлемой частью «центральной улицы» и форумного пространства. Атриум во всю высоту – это главный организационный центр, переносящий дневной свет в наиболее удаленные участки школьного здания, а также позволяющий разновозрастным потокам пересекаться и общаться. Использование стеклянных перегородок в зонировании кабинетной структуры позволяет увеличить естественное освещение и придает открытость учебному процессу (рис. 7).

Учебный кластер соединяется с форумным пространством. Функциональный состав и наполняемость кластера – различны. Ячейки



Рис. 7. Reconstruction of Fuuven Primary School, Китай

классных комнат объединяются вокруг гибких коммуникационных пространств (рекреаций, атриумов, медиатек и т. д.). Объединение происходит на основе учета возрастных особенностей и тематических научных блоков. Взаимодействие форумного пространства осуществляется и со школьным двором, адаптированным под климатические условия региона строительства. По градостроительному расположению встречаются различные виды, наиболее распространены – внутренний (между корпусами здания), периферийный (вдоль границы участка), а также дисперсионный (задействуется уровень земли и эксплуатируемые кровли).

Современное форумное пространство в большинстве объектов включает в себя: атриум, открытое пространство для общения (лобби), площадку для отдыха и коммуникаций (sitting stairs), а также горизонтальные коммуникационные связи (рекреации и коридоры). В мировой архитектурной практике в школьных зданиях проектируют трех- и пятисветные пространства атриумов. Для российских образовательных комплексов такая форма планировочной организа-

ции вызывает много вопросов при согласовании проекта. Для соблюдения правил пожарной безопасности пространство атриума должно быть ограничено противопожарными перегородками, что существенно влияет на визуальное восприятие, но современные инженерные решения по пожаротушению и дымоудалению позволяют проектировать форумные пространства внутри образовательных комплексов. Пространство форума объединяет несколько школьных ступеней в одном месте, что способствует восприятию образовательного процесса через открытие границ между различными возрастными категориями обучающихся [13-15].

Зонирование форумного пространства происходит за счет наполнения предметно-пространственной среды: используются различные по высоте мебельные элементы групповой раскладки, присутствуют элементы для хранения в виде открытых стеллажей, зона гардероба также может быть запроектирована непосредственно в форумном пространстве, а элементы трансформируемых перегородок позволяют использовать форум для организации собраний с родителями или с учениками разных классов. Форум становится главным коммуникационным ядром образовательного комплекса. Естественное освещение и вентиляция гарантируют максимальный комфорт помещения (рис. 8).

Еще одним неотъемлемым элементом форумного пространства является «sitting stairs» (лестницы, которые одновременно выполняют коммуникационные и рекреационные функции). Эта структура по форме пространственной организации совпадает с амфитеатром. Обязательным является наличие пространства для коммуникации (проступь и подступенок стандартной высоты) и пространства для отдыха (высота основания совпадает с высотой мягких кресел). По композиции sitting stairs делятся на два типа: объединен-

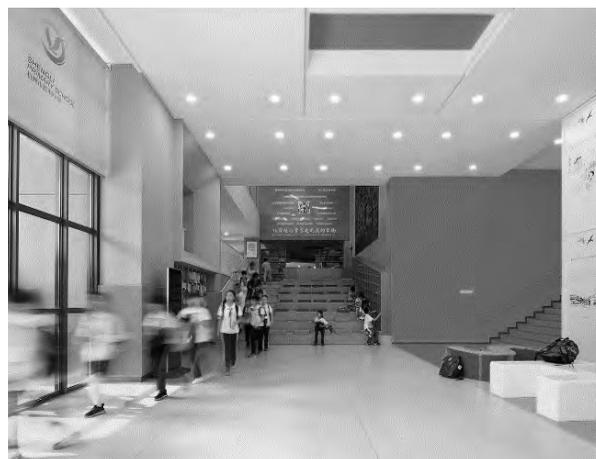


Рис. 8. Примеры форумных пространств

ная (ступени и места для сиденья (амфитеатр) пересекаются) и дисперсная (ступени и амфитеатр имеют четкое визуальное разделение). Также пространство подступенков часто используется для размещения графической навигации (арифметические формулы, направления и т. д.).

Вывод. Для включения форумного пространства в структуру школьного здания необходимо придерживаться следующих объемно-планировочных решений: совмещение главного входа в здание и пространства форума, организация доступа естественного освещения в атриум, функциональная связь с внутренним двором и пространством форума, блокировка пространства форума с залом столовой/актовым залом для проведения общешкольных мероприятий путем трансформации перегородок. С помощью предметно-пространственной среды в форумах организуются места для уединения. Дополнительно зонированию способствует наличие амфитеатра. Для наиболее выразительного объемно-планировочного решения высота атриума должна быть не менее двух этажей. С видимым изменением внутренних функций школьного здания меняется и подход к его эксплуатации. Современное школьное здание – это символ социального взаимодействия населения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Архитектурно-планировочные особенности «Школы будущего» г. Иркутск [Электронный ресурс] URL: <https://xn--80acgdf0a1ag2aob6b6a.xn--p1ai/about/> (дата обращения: 10.05.2022).
2. Клочко А.Р., Коровина Е.И. Развитие архитектуры школьных зданий [Электронный ресурс] URL: https://marhi.ru/AMIT/2017/2kvart17/PDF/08_AMIT_39_KLOCHKO_KOROVINA_PDF.pdf (дата обращения: 10.05.2022).
3. Европейские медиатеки и библиотеки [Электронный ресурс] URL: <https://www.polkstanleywilcox.com/libraries> (дата обращения: 10.03.2022).
4. Кузнецова А.А., Жданова И.В., Воронина И.И. Архитектура XX века как строитель общества // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Социальные, гуманитарные, медико-биологические науки. 2020. Т. 22. № 72. С. 72–77.
5. Кузнецова А.А., Жданова И.В., Уварова П.О. К вопросу о дошкольных общеобразовательных организациях для детей с особенностями здоровья // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Социальные, гуманитарные, медико-биологические науки. 2020. Т. 22, № 72. С. 27–32.
6. Кузнецова А.А., Жданова И.В., Малышева Е.В. Формирование эстетически-комфортной среды образовательных организаций // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Соци-

альные, гуманитарные, медико-биологические науки. 2018. Т.20. №2. С. 81–88.

7. Международные библиотечные программы [Электронный ресурс] URL: <https://www.gsa.gov/real-estate/design-and-construction/engineering-and-architecture/facilities-standards-p100-overview> (дата обращения: 10.03.2022).

8. Национальный проект «Культура» [Электронный ресурс] URL: <https://culture.gov.ru/about/national-project/about-project/> (дата обращения: 10.03.2022).

9. Определение нормативных документов [Электронный ресурс] URL: https://wiki5.ru/wiki/International_Building_Code (дата обращения: 10.03.2022).

10. Калинин Н.А., Малышева Е.В. Особенности устойчивого развития паркингов // Градостроительство и архитектура. 2016. № 4 (25). С. 103–106. DOI: 10.17673/Vestnik.2016.04.19.

11. Vavilova T.Ya., Potienko N.D., Zhdanova I.V. On modernization of capital construction projects in the context of sustainable development of social sphere // Procedia engineering. 2016. Т. 153. С. 938–943.

12. Zhdanova I.V., Kayasova D.S., Kuznetsova A.A. Modern approaches in the typology of nursing homes // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. International Science and Technology Conference (FarEastCon 2020) 6th-9th October 2020, Russky Island, Russia. 2021. С. 022040.

13. Kalinkina N.A., Zhdanova I.V., Kuznetsova A.A., Bakhareva Y.A. Use of underground space in creating a comfortable environment of a modern city // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020. С. 012047.

14. Zhdanova I.V., Kayasova D.S., Kuznetsova A.A., Kalinkina N.A. Basics of architectural typology of modern fitness centers // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020. С. 012063.

15. Generalova E., Generalov V. Mixed-use high-rise buildings: a typology of the future // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. International Science and Technology Conference “FarEastCon 2019”. 2020. С. 022062.

16. 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. С. 012045.

REFERENCES

1. *Arhitekturno-planirovochnye osobennosti «SHkoly budushchego» g. Irkutsk* [Architectural and planning features of the “School of the Future”, Irkutsk]. Available at: <https://xn--80acgdf0a1ag2aob6b6a.xn--p1ai/about/> (accessed 10 May 2022)
2. Klochko A.R., Korovina E.I. Development of the architecture of school buildings. Journal AMIT 2017, vol.2, no. 39. Available at: https://marhi.ru/AMIT/2017/2kvart17/PDF/08_AMIT_39_KLOCHKO_KOROVINA_PDF.pdf (accessed 10 May 2022)

3. *Evropejskie mediateki i biblioteki* [European media libraries and libraries]. Available at: <https://www.polkstanleywilcox.com/libraries> (accessed 10 May 2022)
4. Kuznetsova A. A., Zhdanova I. V., Voronina I. I. 20th century architecture as a builder of society. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk. Social'nye, gumanitarnye, mediko-biologicheskie nauki* [News of the Samara scientific center of wounds], 2020, no. 72, pp. 72-77. (in Russian)
5. Kuznetsova A.A., Zhdanova I.V., Uvarova P.O. On the issue of preschool educational organizations for children with special needs. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk. Social'nye, gumanitarnye, mediko-biologicheskie nauki* [News of the Samara scientific center of wounds], 2020, no.72, pp. 27-32. (in Russian)
6. Kuznetsova A.A., Zhdanova I.V., Malysheva E.V. Formation of an aesthetically comfortable environment for educational organizations. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk. Social'nye, gumanitarnye, mediko-biologicheskie nauki* [News of the Samara scientific center of wounds], 2018, no. 2, pp. 81 – 88. (in Russian)
7. *Mezhdunarodnye bibliotchnye programmy* [International library programs]. Available at: <https://www.gsa.gov/real-estate/design-and-construction/engineering-and-architecture/facilities-standards-p100-overview> (accessed 10 May 2022)
8. *Nacional'nyj proekt «Kul'tura»* [National project "Culture"]. Available at: <https://culture.gov.ru/about/national-project/about-project/> (accessed 10 May 2022)
9. *Opreделение normativnyh dokumentov* [Definition of normative documents]. Available at: https://wiki5.ru/wiki/International_Building_Code (accessed 10 May 2022)
10. Kalinkina N.A., Malysheva E.V. Features of sustainable parking lots development. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2016, no. 4 (25), pp. 103-106. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2016.04.19
11. Vavilova T.Ya., Potienko N.D., Zhdanova I.V. On modernization of capital construction projects in the context of sustainable development of social sphere. *Procedia engineering*, 2016, no. 153, pp. 938 – 943.
12. Zhdanova I.V., Kayasova D.S., Kuznetsova A.A. Modern approaches in the typology of nursing homes. *Seriya konferencij IOP: Materialovedenie i inzheneriya. Mezhdunarodnaya nauchno-tekhnicheskaya konferenciya (FarEastCon 2020) 6-9 oktyabrya 2020 g.* [IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. International Science and Technology Conference (FarEastCon 2020) 6th-9th October 2020]. Russia, 2021, art. no. 022040.
13. Kalinkina N.A., Zhdanova I.V., Kuznetsova A.A., Bakhareva Y.A. Use of underground space in creating a comfortable environment of a modern city. *Seriya konferencij IOP: Materialovedenie i inzheneriya. Mezhdunarodnaya nauchno-tekhnicheskaya konferenciya (FarEastCon 2020) 6-9 oktyabrya 2020 g.* [IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. International Science and Technology Conference (FarEastCon 2020) 6th-9th October 2020]. Russia, 2021, art. no. 012047.
14. Zhdanova I.V., Kayasova D.S., Kuznetsova A.A., Kalinkina N.A. Basics of architectural typology of modern fitness centers. *Seriya konferencij IOP: Materialovedenie i inzheneriya. Mezhdunarodnaya nauchno-tekhnicheskaya konferenciya (FarEastCon 2020) 6-9 oktyabrya 2020 g.* [IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. International Science and Technology Conference (FarEastCon 2020) 6th-9th October 2020]. Russia, 2021, art. no. 012063.
15. Generalova E., Generalov V. Mixed-use high-rise buildings: a typology of the future. *Seriya konferencij IOP: Materialovedenie i inzheneriya. Mezhdunarodnaya nauchno-tekhnicheskaya konferenciya (FarEastCon 2020) 6-9 oktyabrya 2020 g.* [IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. International Science and Technology Conference (FarEastCon 2020) 6th-9th October 2020]. Russia, 2021, art. no. 022062.
16. Generalov V.P., Generalova E.M. influence of human lifestyle on creating typological structure of residential urban environment. *Seriya konferencij IOP: Materialovedenie i inzheneriya. Mezhdunarodnaya nauchno-tekhnicheskaya konferenciya (FarEastCon 2020) 6-9 oktyabrya 2020 g.* [IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. International Science and Technology Conference (FarEastCon 2020) 6th-9th October 2020]. Russia, 2021, art. no. 012045.

Об авторах:

КУЗНЕЦОВА Анна Андреевна

кандидат архитектуры, доцент, доцент кафедры
архитектуры жилых и общественных зданий
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: amore_86@mail.ru

KUZNETSOVA Anna A.

PhD in Architecture, Associate Professor of the
Architecture of Residential and Public Buildings Chair
Samara State Technical University
Academy of Civil Engineering and Architecture
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244
E-mail: amore_86@mail.ru

ЖДАНОВА Ирина Викторовна

кандидат архитектуры, доцент, доцент кафедры
архитектуры жилых и общественных зданий
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: zdanovairina@mail.ru

ZHDANOVA Irina V.

PhD in Architecture, Associate Professor of the
Architecture of Residential and Public Buildings Chair
Samara State Technical University
Academy of Civil Engineering and Architecture
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244
E-mail: zdanovairina@mail.ru

Для цитирования: *Кузнецова А.А., Жданова И.В.* К вопросу о развитии функциональной структуры школьных форумных пространств // Градостроительство и архитектура. 2022. Т. 12, № 4. С. 147–156. DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.18.

For citation: *Kuznetsova A.A., Zhdanova I.V.* On the Development of the Functional Structure of School Forum Spaces. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2022, vol. 12, no. 4, pp. 147–156. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.18.

А. П. РАКОВ
Ю. С. РАТИЕВА

ИНТЕРАКТИВНЫЕ ШАГАЮЩИЕ МОДЕЛИ «АЛЬБА КАПРА»

"ALBA CAPRA" INTERACTIVE WALKING MODELS

Построение схем преобразования вращательного движения в шаг – известная геометрическая, равно как и механическая задача. Великий русский математик П.Л. Чебышев изначально не смог решить эту задачу. Однако в процессе её изучения разработал теорию приближения и синтеза механизмов. Применяя последнее, он мог выбрать параметры лямбда-механизма таким образом, чтобы получить одну из лучших в мире схем. Тема стала вновь актуальной в связи с новым витком развития машиностроения и робототехники.

The construction of schemes for converting rotational motion into a step is an old and very well-known geometric, as well as mechanical problem. Ever since James Watt invented the steam engine, there has been a problem of creating a hinge mechanism that converts circular motion into linear motion. The great Russian mathematician Paphnutiy Lvovich Chebyshev initially could not solve this problem. However, in the process of studying it, he developed a theory of approximation and synthesis of mechanisms. Using the latter, he could choose the parameters of the lambda mechanism in such a way as to obtain one of the best schemes in the world. The topic has become relevant again in connection with a new round of development, the development of mechanical engineering and robotics.

Ключевые слова: инновационное проектирование, архитектура, промышленный дизайн, шагающие сооружения, прототипирование, моделирование, робототехника

Keywords: innovative design, architecture, industrial design, walking structures, prototyping, modeling, robotics

Преобразование вращательного движения в шаг – старейшая математическая задача, решений которой существует не так много, как может показаться. С тех пор как Джеймс Уатт изобрел паровой двигатель, возникла проблема создания шарнирного механизма, преобразующего круговое движение в линейное. Стоит напомнить, что первый в мире шагающий механизм был изобретён ещё в XIX в. Пафнутием Чебышевым. Шагающая машина Чебышева была впервые представлена на Всемирной выставке в Париже в 1878 г. В наши дни наибольшую известность получили шагающие скульптуры, придуманные голландским художником и изобретателем Тео Янсеном.

Проект интерактивных шагающих моделей «Альба Капра», как и проект «Ларифуга», начался с того, что была придумана совершенно новая кинематическая схема преобразования вращательного движения в шаг. Именно эта уникальная схема была положена в основу всех шагающих моделей, разработанных в Самарском государственном политехническом университете.

На рис. 1 показаны для сравнения две схемы. Под номером 1 – схема Тео Янсена; под номером 2 – схема, разработанная авторами статьи.

Самарская схема выгодно отличается от всех известных аналогов и от схемы Тео Янсена, так как она позволяет размещать любой полезный объём выше точки прикрепления шагающих опор.

Летом 2022 г. один из самарских музеев предложил изготовить для своей постоянной экспозиции интерактивную шагающую модель в виде белой козы, которая, как известно, является символом Самарской области.

Авторы проекта сотрудники кафедры инновационного проектирования СамГТУ, А. П. Раков и Ю. С. Ратиева приступили к изготовлению интерактивного шагающего изделия, объёмной двигающейся и дистанционно управляемой модели, форма которой ассоциативно напоминает белую козу. Проектирование и изготовление этих моделей и называется проектом «Альба Капра – 2023».

Интерактивная шагающая модель изготавливается в размерах, сопоставимых с размерами реального животного – белой козы, дополняется вспомогательными элементами комплектации и оснащается системой дистанционного управления через приложение ОС Android.

Модель планируется использовать в качестве интерактивного экспоната на выставочных площадках нового музейного пространства.

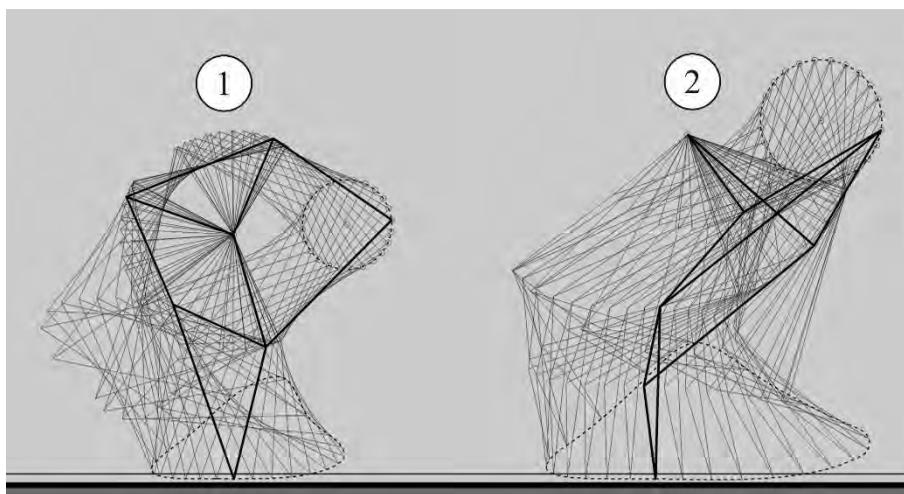


Рис. 1. Сравнение схем Тео Янсена и схемы, разработанной авторами (СамГТУ, кафедра ИП)

Модель «Альба Капра-2023» – это шагающая дистанционно управляемая конструкция, которая состоит из двухчастного корпуса, четырёх ног и головы, а также имеет вспомогательные элементы комплектации – влагозащитную оболочку и съёмную конструкцию для установки подноса.

На рис. 2 показан общий вид шагающей модели «Альба Капра» без вспомогательных элементов комплектации и приведена краткая экспликация составных частей.

Большая часть деталей шагающей модели изготавливается из фанеры путём раскроя на фрезерно-гравировальном станке с числовым программным управлением. Шестерни изготавливаются из листовой стали путём раскроя

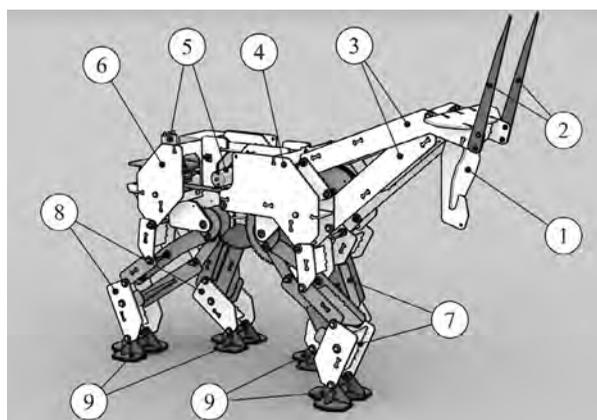


Рис. 2. Общий вид шагающей модели:

- 1 – голова; 2 – съёмные рога;
- 3 – подвижные элементы шеи; 4 – передняя часть корпуса;
- 5 – задние ноги; 6 – задняя часть корпуса;
- 7 – передние ноги; 8 – задние ноги; 9 – опорные части ног в форме копыта

на станке для плазменного раскроя листового металла.

Шарнирные узлы и крупные сборные элементы крепятся с использованием шпилек, болтов, гаек и шайб. В узлы, в которых происходит постоянное вращение, устанавливаются подшипники. Некоторые сборные элементы из фанеры соединяются с помощью шурупов.

Раскраска основного изделия выполняется в соответствии с рис. 2. Детали корпуса, головы и несколько деталей ног окрашены в белый цвет, а внутренние детали корпуса и части ног, примыкающие к корпусу, – в светло-серый цвет. Шурупы, используемые для сборки фанерных деталей, а также болты, гайки и шайбы из соображений ремонтнопригодности требуются оставить без окраски.

Шагающая модель предназначена для передвижения, маневрирования и разворотов в горизонтальном направлении путём последовательного перемещения опор (шагания) в условиях экспозиционного пространства. Возможность горизонтального передвижения, совмещённого с функцией поворота, а также подъёма и опускания головы модели обеспечивается специально разработанной авторами проектом кинематической системы объекта.

Оптимальная скорость перемещения опор (цикличность шага), когда отдельно взятая нога возвращается в одну и ту же точку на траектории, варьируется в диапазоне времени от двух до трех секунд.

Объекты приводятся в движение с помощью электродвигателей требуемой мощности. Двигатель, расположенный на корпусе справа, обеспечивает подъём и опускание головы, левый двигатель нужен для преобразования вращательного движения в шаг, а двигатель, расположенный

сзади, осуществляет поворот конструкции. Крутящий момент от электродвигателей передаётся на шестерни в несущем каркасе изделия. Система шестерней каждого из двигателей замедляет скорость вращения и соответственно увеличивает мощность крутящего момента в 8 раз.

Питание электродвигателей обеспечивают сменные комплекты аккумуляторов. В каждом комплекте имеется по три аккумулятора, всего их шесть. Расчётное время автономной работы на одном комплекте аккумуляторов составляет 45 мин.

Шагающая модель также оснащается системой дистанционного управления (по Wi-Fi или Bluetooth связи). Система управления включает в себя: контроллер, модуль связи, модуль обнаружения препятствий. Управление осуществляется через специально разрабатываемое приложение для операционной системы Android, которое свободно может быть установлено на любой смартфон или планшет с требуемыми техническими характеристиками.

В специально разрабатываемом приложении для ОС Android предусмотрено три режима работы: 1) режим «Пульт ДУ», 2) режим «Исполнения траектории», 3) режим «Создания, редактирования и сохранения траектории».

Для раскроя фанерных и стальных деталей подготовлены специальные выкройки в векторном формате (рис. 3), а для установки двигателей и аккумуляторов разработаны и изготовлены на 3d-принтере специальные пластиковые детали.

Корпус шагающей модели состоит из двух частей – передней, к которой крепится голова, и задней, на которой установлен механизм поворота. Две части корпуса шагающей модели крепятся друг к другу при помощи двух болтовых соединений, на оси которых располагается точка изгиба карданного вала, который в свою очередь передаёт вращательное движение от одной части корпуса к другой. На рис. 4 показано соединение карданного вала с двигателем через систему зубчатых колёс.

Таким образом, корпус четвероногой шагающей модели имеет возможность изгибаться и одновременно продолжать движение. От угла изгиба корпуса зависит радиус поворота изделия при ходьбе.

Максимальный угол отклонения передней части относительно задней составляет 60 град влево и 60 град вправо. На рис. 5 показаны три базовых режима движения шагающей модели: 1) максимальный поворот влево, 2) движение прямо, 3) максимальный поворот вправо.

В нижней части шагающая модель имеет четыре ноги, движение и конструкция которых строится на уникальной кинематической схеме преобразования вращательного движения в шаг (авторы кинематической схемы А. П. Раков и Ю. С. Ратиева). Ноги поочередно совер-

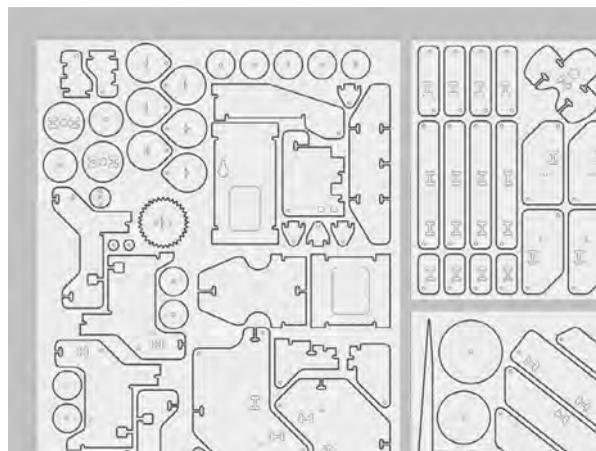


Рис. 3. Векторные выкройки для раскроя деталей

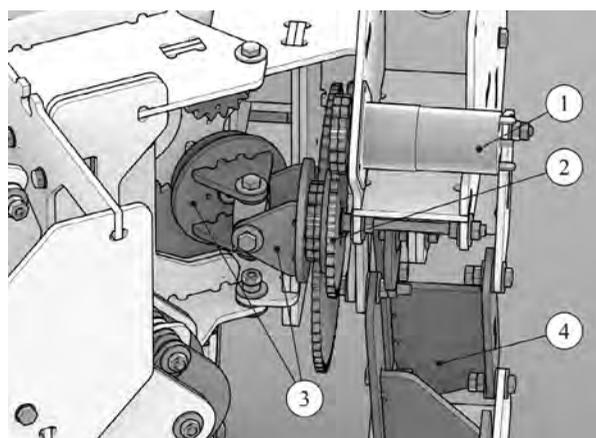


Рис. 4. Соединение карданного вала с двигателем:
1 – электродвигатель; 2 – система зубчатых колёс;
3 – элементы карданного вала;
4 – нога шагающей модели

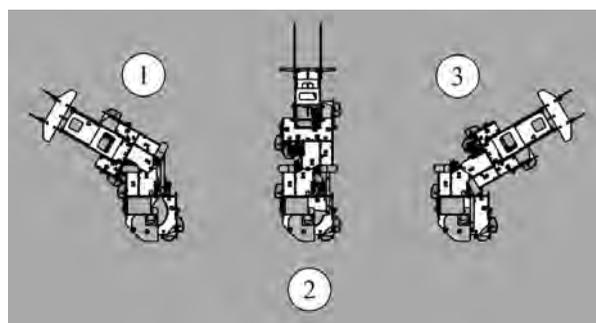


Рис. 5. Три базовых режима движения шагающей модели

шают шагающие движения, которые и приводят в движение всю конструкцию. Две ноги крепятся к передней части корпуса и две ноги – к задней части. Каждая нога имеет завершение в виде опорной части.

В передней части шагающая модель имеет подвижную голову со съёмными рогами. Голова двигается только вверх и вниз. В крайнем верхнем положении рога направлены вверх, а в крайнем нижнем положении рога разворачиваются горизонтально и ложатся на пол.

Таким образом, голова может выполнять функцию подъёмника, с помощью которого можно поднимать с пола предметы размером с футбольный мяч.

Основное изделие «Альба Капра – 2023» имеет следующие габаритные размеры: высота в холке и высота с опущенной головой (от низа опорной части ног до верха двухчастного корпуса) – 540 мм. Высота общая с поднятой головой (от низа опорной части ног до верхней точки рогов) – 840 мм. Продольный размер с подня-

той головой – 1005 мм. Продольный размер с опущенной головой – 1080 мм. Поперечный размер в режиме движения прямо – 330 мм.

На рис. 6 показаны размеры основного изделия по сравнению с фигурой человека среднего роста. Расчётный вес основного изделия в собранном состоянии составляет 25 кг.

Под продольным размером в данном проекте понимается дистанция, измеряемая вдоль направления перемещения конструкции, а под поперечным размером – дистанция, измеряемая перпендикулярно направлению перемещения конструкции.

В ходе создания прототипа и в результате его тестирования был проведен анализ траекторий перемещения шагающих опор, который подтвердил правильность ранее выполненных расчётов.

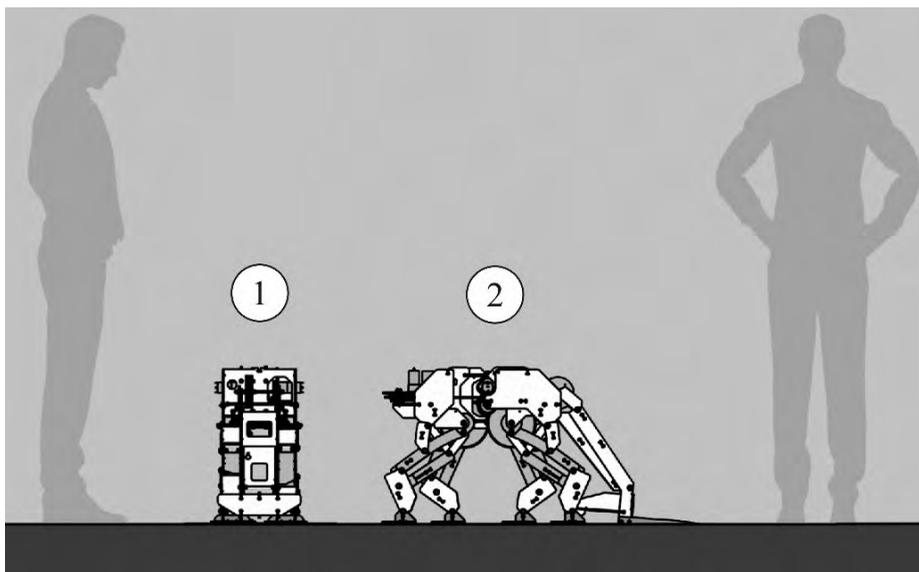


Рис. 6. Габаритные размеры шагающей модели «Альба Капра»: 1 – вид спереди с опущенной головой; 2 – вид сбоку с опущенной головой

Вывод. Предложенный шагающий механизм может перемещаться по разным ландшафтам. Основная цель разработки схем преобразования вращательного движения в шаг состоит в том, чтобы, наблюдая за передвижением людей и животных, создать кинематику, которая была бы более эффективной при преодолении пересеченной местности тяжёлыми шагающими конструкциями.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Статья о проекте Ларифуга на официальном сайте СамГТУ <https://samgtu.ru/news/view/larifugi-politexa-na-vsemimnom-festivale-v-sochi> (дата обращения: 30.12.2021).

2. Borkhataria C. The bizarre 'house on legs' that can REALLY give you a mobile office (and its inventors say it could even one day explore the moon) [Электронный ресурс]. URL: <https://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-5122633/The-house-legs-make-office-mobile.html> (дата обращения: 21.12.2021).

3. Малахов С.А., Раков А.П. Футуристическое предсказание в формообразовании // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012. Т. 14, №2. С 260–263.

4. Федоров И.Б., Павлихин Г.П. Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана. 175 лет. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. 352 с.

5. Чебышев П.Л. Полное собрание сочинений. Т. IV: Теория механизмов. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1948. 255 с.

6. Научное наследие П.Л. Чебышева. Вып. 2: Теория механизмов. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1945. 192 с.

7. Проект «Механизмы П.Л. Чебышева» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.tcheb.ru> (дата обращения: 01.09.2022).

8. Делла-Вос В.К. Описание учебных коллекций, назначенных для изучения механических искусств в мастерских ИМТУ. М., 1873. 36 с.

9. Николаева Г.А., Зиновьева Л.Е. Экспериментально-опытный завод МВТУ им. Н.Э. Баумана 1832–1952. М.: Изд-во МВТУ, 1982. 47 с.

REFERENCES

1. About Larifuga project (on the official website of SSTU). Available at: <https://samgtu.ru/news/view/larifugi-politexa-na-vsemirnrom-festivale-v-sochi> (accessed 30 December 2021).

2. Borkhataria C. The bizarre ‘house on legs’ that can REALLY give you a mobile office (and its inventors say it could even one day explore the moon) Dailymail (2021). Available at: <https://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-5122633/The-house-legs-make-office-mobile.html> (accessed 21 December 2021).

3. Malakhov S.A., Rakov A.P. Futuristic prediction in form making. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk* [News of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences], 2012, vol. 14, no.2, pp. 260-263. (in Russian)

4. Fedorov I.B., Pavlikhin G.P. *Bauman Moscow State Technical University. 175 years* [The Bauman Moscow State Technical University. 175 years]. Moscow, Publisher BMSTU, 2005. 352 p.

5. Chebyshev P.L. *Polnoe sobranie sochinenij. T. IV: Teoriya mekhanizmov* [The Complete Works. Vol. IV: Theory of Mechanisms]. Moscow, Leningrad, Publisher AS USSR, 1948. 255 p.

6. *Nauchnoe nasledie P.L. Chebysheva. Vyp. 2: Teoriya mekhanizmov* [Scientific heritage of P.L. Chebyshev. Release 2: Theory of mechanisms]. Moscow, Leningrad, Publisher AS USSR, 1945. 192 p.

7. The project “Mechanisms of P.L. Chebyshev” [official website of project]. Available at: <http://www.tcheb.ru> (accessed 01 September 2022).

8. Della-Vos V.K. *Opisanie uchebnyh kollekcij, naznachennyh dlya izucheniya mekhanicheskikh iskusstv v mashinostroyeniye* [Description of educational collections designated for the study of mechanical arts in workshops IMTS]. Moscow, 1873. 36 p.

9. Nikolaeva G.A., Zinov'eva L.E. *Eksperimental'no-opytnyj zavod MVTU im. N.E. Baumana 1832–1952* [Experimental and experimental plant Bauman MHTS 1832–1952]. Moscow, Publisher MHTS, 1982. 47 p.

Об авторах:

РАКОВ Антон Петрович

кандидат архитектуры, и.о. заведующего кафедрой инновационного проектирования Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: radesign@inbox.ru
доцент кафедры архитектуры Московский государственный строительный университет 129337, Центральный федеральный округ, г. Москва, Ярославское шоссе, 26 E-mail: RakovAP@mgsu.ru

RAKOV Anton P.

PhD in Architecture, Member of the Russia Designers Association Associate Professor of the Innovative Design Chair, Acting Head of the Chair Samara State Technical University 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya st., 244 E-mail: radesign@inbox.ru
Associate Professor of the Architecture Chair Moscow State University of Civil Engineering 129337, Moscow, Yaroslavskoye shosse, 26 E-mail: RakovAP@mgsu.ru

РАТИЕВА Юлия Сергеевна

ассистент кафедры инновационного проектирования Самарский государственный технический университет Академия строительства и архитектуры 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244 E-mail: radesign@inbox.ru

RATIEVA Yulia S.

Assistant of the Innovative Design Chair Samara State Technical University Academy of Civil Engineering and Architecture 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244 E-mail: radesign@inbox.ru

Для цитирования: Раков А.П., Ратиева Ю.С. Интерактивные шагающие модели «Альба Капра» // Градостроительство и архитектура. 2022. Т. 12, № 4. С. 157–161. DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.19.

For citation: Rakov A.P., Ratieva Yu.S. "Alba Capra" Interactive Walking Models. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2022, vol. 12, no. 4, pp. 157–161. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.19.



Д. Б. ВЕРЕТЕННИКОВ
М. А. КОЗЛОВА

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВЫСОТНЫХ КОМПЛЕКСОВ КАК ШАГ К СОЗДАНИЮ «ВЕРТИКАЛЬНЫХ ГОРОДОВ»

DESIGN AND CONSTRUCTION OF MULTIFUNCTIONAL
HIGH-RISE COMPLEXES AS A STAGE TO CREATION OF VERTICAL CITIES

В статье поднимается вопрос о необходимости создания комфортной жилой среды в современных мегаполисах путем строительства высотных многофункциональных комплексов, которые являются эффективным и рациональным средством повышения плотности городской застройки и среды в целом с одновременным созданием ее многоуровневости на единицу площади городской территории. В статье представлены примеры зарубежного и российского опыта строительства многоуровневых городских комплексов. Обращается внимание на то, что проектирование и строительство небоскребов неизбежно ведет к совершенствованию и развитию соответствующих технологий и компетенций. Говорится о том, что в результате совершенствования строительных технологий в будущем города будут способны производить более обширный спектр услуг как над поверхностью, так и в урбанизированном подземелье без больших потерь ресурсов самих городов и в пользу будущих поколений. Отмечается, что существует два противоположных, но всегда находящихся рядом друг с другом направления вертикального развития города (вверх и вниз).

Ключевые слова: городская среда, вертикальное зонирование, высотное строительство, многофункциональный комплекс, проектирование и строительство

Необходимость переустройства качества жизни в мегаполисах в наши дни является важной задачей для всего мира, в том числе и для России. Проиллюстрировать основные тренды развития городского пространства можно на

The article raises the question of comfortable living environment in modern megacities, by building high-rise multifunctional complexes, which are an effective and rational means of increasing the density of urban development and the environment as a whole, while creating its multi-level per unit area of urban territory. The article presents examples of foreign and Russian experience in the construction of multi-level urban complexes. Attention is drawn to the fact that the design and construction of skyscrapers inevitably leads to the improvement and development of relevant technologies and competencies. The improving of building technologies in future cities will be able to produce a wider range of services both above the surface and in the urbanized underground without large losses of the resources of the cities themselves and for the benefit of future generations. It is noted that there are two opposite directions of the vertical development of the city (horizontal and vertical).

Keywords: urban environment, vertical zoning, high-rise construction, multifunctional complex, design and construction

примере Сингапура, новый генеральный план которого был принят в 2019 г.

Историческое развитие мегаполисов привело к тому, что в их центрах сосредоточены головные офисы компаний, штаб-квартиры

фирм и другие важные объекты управления экономической, политической и культурной жизнью всего города. Городские территории, ориентированные на выполнение рабочих задач, сегодня повседневная реальность. Но для жителей скопление офисов, учреждений, автотранспорта в городских центрах скорее негативный фактор. Скрыть за фасадами культурно-развлекательных пространств и заведений интенсивную офисную жизнь – сегодня первоочередная задача как для Сингапура, так и для большинства мегаполисов на планете.

Планировщики городской среды давно поняли, что объединение в одном здании или комплексе базового набора необходимых объектов, например пунктов питания, магазинов и офисов, позволяет решить множество проблем, таких как: растущую нагрузку на транспортную инфраструктуру, хаотичность человеческого потока и других негативных последствий плотной планировочной структуры. В Сингапуре осмысление важности процессов вертикального зонирования началось несколько десятков лет назад и разрабатывается до сих пор, иногда воплощаясь в уникальных архитектурных решениях. Примером могут служить деловые центры, совмещенные с жилыми блоками со скверами на кровлях, предприятиями питания и торговыми комплексами [1] (рис. 1).

Оптимизация городских пространств в условиях дефицита свободных территорий стала в XXI в. важнейшей задачей градостроительства. Властями Сингапура идеи вертикального зонирования материализуются в полную силу, что выражается в увеличении этажности строящихся зданий при уменьшении площади застройки. Проекты многоэтажной административной и жилой застройки предусматривают создание самодостаточных экологических систем как внутри зданий, так и на их кровлях. Плановый комплексный подход к инфраструктурному зонированию проектируемых высоток – важнейшая составляющая нового генерального плана Сингапура (рис. 2). В Азиатском регионе помимо Сингапура такие проекты успешно реализуются, например, в Гонконге, Шанхае. Поступательное развитие транспортных систем крупных городов только за счет их естественного прироста в условиях современных мегаполисов показывает свою несостоятельность. Механически удлинять существующие магистрали экономически невыгодно. Инновационные инженерно-строительные решения и комплексный подход к развитию системы транспорта как одного из составляющих планировочной структуры мегаполиса могут решить проблемы увеличивающегося трафика [1]. Интегрирование с застройкой транспорт-

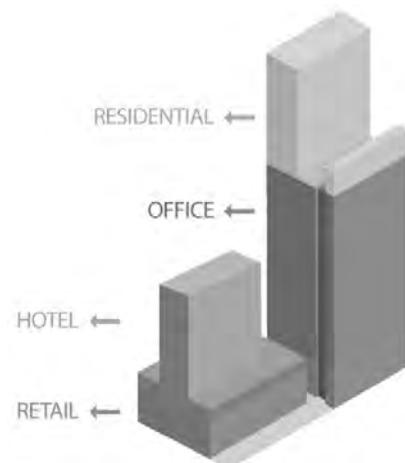


Рис. 1. Генеральный план Сингапура. Комплексное инфраструктурное зонирование

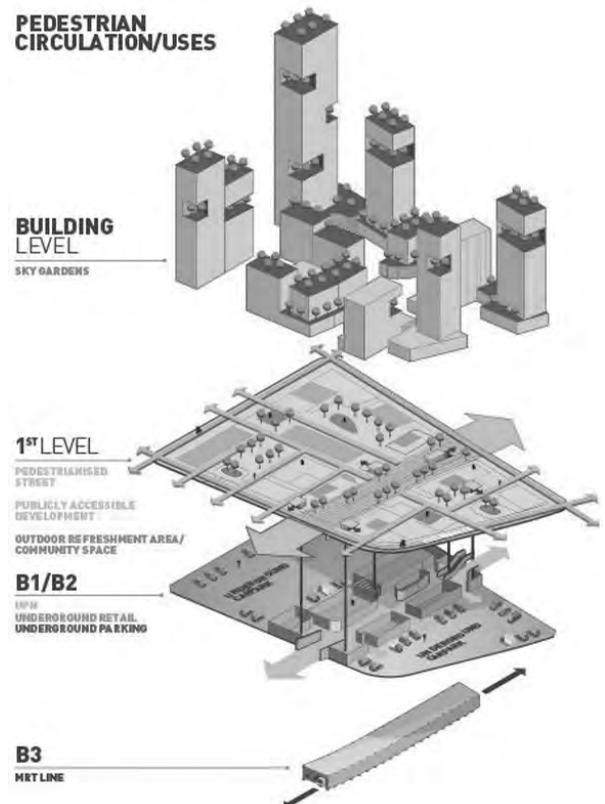


Рис. 2. Генеральный план Сингапура. Схема вертикального зонирования

ных сетей может стать решением самых сложных транспортных проблем города (рис. 3).

Пешеходно-транспортные сети, связывающие застройку, станции метро и другие объекты, призваны изолировать пешеходные потоки от автомобильного трафика, замкнув на себя

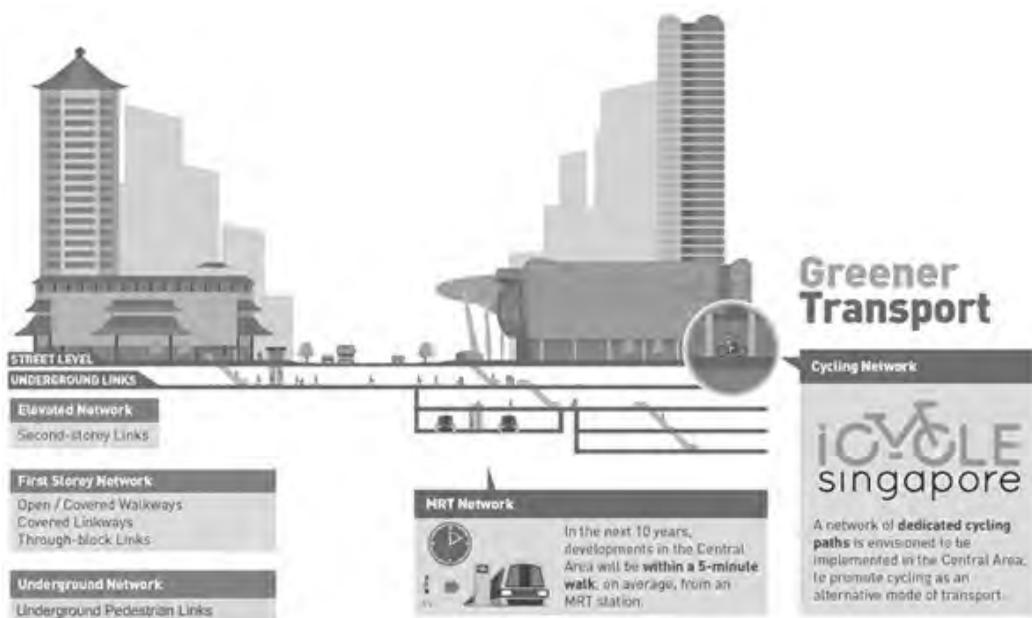


Рис. 3. Генеральный план Сингапура. Схема интеграции транспортных сетей

значительные территории, которые возможно будет преодолеть по выделенным пешеходным маршрутам [1].

Внедрение альтернативных источников энергии прописано не только в генеральном плане Сингапура, но также во многих мегаполисах мира. Практически везде предусмотрено создание рекреационных зон, свободных от транспорта, которым отведена роль «кислородных кладовых». Городам будущего необходимо быть энергетически независимыми, используя энергию из возобновляемых источников: солнечного света, ветра, приливной и геотермальной энергии, а также иметь развитое сельское хозяйство на вертикальных фермах высотных зданий.

По итогам мирового архитектурного биенале, состоявшегося 4–6 ноября 2015 г. в Сингапуре, лучшим высотным комплексом 2015 г. в мире эксперты признали «вертикальную деревню» – Interlace [2] (рис. 4). Это большой жилой комплекс, запроектированный на основе шестигранной сетки, объединяющей в единую систему шестиэтажные жилые блоки, опирающиеся друг на друга. Многочисленные каскады садов, частные и общественные террасы на кровлях блоков, мостики и переходы между отдельными жилыми блоками, с пышной растительностью, создают впечатление присутствия в «вертикальной деревне», отчего комплекс и получил соответствующее название (рис. 5).

Идея проекта «вертикальной деревни», разработанного немецким архитектором Оле Шереном, заключалась в формировании вертикальной структуры с элементами деревенского

стиля, в новом осмыслении обустройства жизненного пространства людей как индивидуального, так и общественного назначения [3].

В результате строительства «вертикальная деревня» сочетает в себе комфорт и высокотехнологичность, не имеющие аналогов в мире. Инженеры, исходя из траектории движения Солнца, разработали системы охлаждения и остекления с наивысшими показателями эффективности. Шестигранная композиция жилого комплекса создает идеальные условия естественной вентиляции. Теннисные корты, бассейны и другие водоемы, сады на кровлях, геопластика поверхностей и общественные форумы демонстрируют, каким может быть идеальный современный жилой комплекс [4].

Недостаток свободных для застройки территорий в современных мегаполисах вынуждает градостроителей и архитекторов вести постоянный поиск новых градостроительных концепций. Оригинальную идею в 2010 г. предложила архитектурная компания BNKR Arquitectura из Мехико, представив проект «подземного небоскреба» – Earthscraper.

Рост населения в крупных и крупнейших городах, недостаток свободных площадок для строительства, стремительный прирост транспортных сетей приводят к необходимости разрабатывать и строить новые коммерческие и общественные объекты ниже уровня земли. Самыми востребованными сегодня становятся проекты для строительства в центральных районах крупных мегаполисов, где сосредоточены основные достопримечатель-



Рис. 4. Сингапур. Общий вид «вертикальной деревни» – Interlace



Рис. 5. Сингапур. Озеленение «вертикальной деревни» – Interlace

ности и большое количество престижной недвижимости [5].

Современная горнопроходческая и строительная техника допускает выполнение широкого спектра подземных работ в непосред-

ственной близости от существующих построек или под ними, что существенно снижает риск разрушения исторических зданий и открывает широкие перспективы для строительства новых веток метрополитенов, подземных тор-

говых центров и других аналогичных объектов. По мнению экспертного сообщества, до практической реализации фантастических на сегодня подземных сооружений остался лишь небольшой шаг. Как показал проект «обратного небоскреба» в Мехико, мощный потенциал современных технологий подземного строительства не следует недооценивать.

В плотной застройке исторического центра Мехико местные законы запрещают возводить здания высотой более восьми этажей. Причиной запрета служит не только необходимость обеспечения сохранности малоэтажной исторической среды, но и из-за высокой сейсмической активности региона и неустойчивых грунтов, так как раньше на месте Мехико было огромное озеро. Типичные проблемы с плотной застройкой в Мехико и постоянно растущий спрос на коммерческие объекты способствовали поиску новых проектно-строительных решений. Автором революционной идеи перевернутого небоскреба является мексиканский архитектор Эстебан Суарез. Необычный проект офисного центра, Earthscraper (землескреб) совмещает новейшие тенденции в проектировании и строительстве подземных сооружений. Объемно-планировочный комплекс представляет собой перевернутую пирамиду, уходящую острием в глубину земли на 65 этажей [6].

Согласно опубликованным данным, землескреб планируется заглубить в землю на 300 м. Верхний наружный элемент конструкции запроектирован в границах квадратного участка размерами 240x240 м на главной площади Мехико, полностью закрытый интегрированным ударопрочным армированным стеклянным покрытием. Для обеспечения естественной освещенности всю центральную часть землескреба-пирамиды занимает сужающийся открытый атриум, благодаря которому дневной свет проникает внутрь сооружения. На каждом этаже запроектирован периметральный открытый атриум, окруженный полосой зеленых насаждений и пешеходным пространством, предназначенным для размещения кафе и свободного перемещения посетителей. Коммерческие площади под офисы и магазины предусмотрены ближе к внешним стенам землескреба.

По информации представителей BNKR Arquitectura, главной проблемой при осуществлении проекта станет устройство противofiltrационных экранов, защищающих наружные стены землескреба от грунтовых вод, так как на глубине более 100 м пролегают мощные водоносные слои, образующие подземное озеро под Мехико. Это обстоятельство, наряду с повышенной сейсмоопасностью, является главной технической проблемой. Однако со-

временные технологии уже сейчас позволяют сооружать надежные преграды для подземных вод. По прогнозам, подступающую к зданию воду удастся не только остановить, но и задействовать для получения «зеленой» энергии для нужд землескреба [6].

Для создания внешней оболочки сооружения предполагается использовать испанскую технологию строительства метрополитена, основанную на применении конструкций «стена в грунте». Данная методика успешно применяется для строительства транспортных объектов по всему миру, в России в том числе. Так, в 2013 г. испанская компания Bustren PM, строившая мадридское метро, выиграла тендер на строительство новых станций Московского метрополитена.

Возведенные по испанской технологии подземные станции обычно имеют два уровня (рис. 6). При этом основной инновацией выступает применение противofiltrационных «стен в грунте», способствующих значительному ускорению строительства объекта [6]. В зависимости от типа горных пород для «стен в грунте» используются либо буронабивные сваи, либо бетонные стены по технологии струйной цементации Jet Grouting, или же традиционный метод создания траншейной завесы, когда грейфер производит выемку грунта до необходимой глубины и в траншею вводятся армокаркасы. После этого через бетонолитные трубы подается бетон определенной марки. Дополнительное усиление «стен в грунте» обеспечивают армокаркасы и обсадные трубы для буронабивных свай, позволяющие максимально повысить несущую способность противofiltrационного сооружения.

По данной технологии, обычно на первой стадии строительства, контур будущего объекта опоясывается армированными противofiltrационными завесами, которые собственно и являются внешними стенами будущего сооружения. Эти завесы выполняются путем бурения или выемки грунта с последующим заполнением вертикальных траншей бетоном, что позволяет избежать выемку котлована целиком. Получившаяся коробчатая конструкция покрывается железобетонной плитой, затем все работы проводятся только под землей. После извлечения грунта в пространстве между стенами станции поэтапно монтируются уровни подземного сооружения. Горизонтальные элементы (основание и перекрытие) этажей выполняют функцию внутренних распорок для стен сооружения (станций метро). Помимо высокой скорости строительно-монтажных работ, достоинством рассмотренной технологии является минимальное количество неудобств



Рис. 6. Двухуровневая станция метрополитена, построенная по испанской технологии. Мехико

для жителей окружающих стройплощадку зданий. Бурение под сваи, как и выемка грунта, выполняется в сжатые сроки. При этом работающее современное оборудование производит невысокий уровень шумового фона, достаточно приемлемый для мегаполиса.

Особенностью станций мексиканской подземки является то, что они имеют два невысоких основных уровня и один технический уровень, а землескреб в Мехико насчитывает более 60 подземных этажей. Предварительные расчеты показали, что уже на небольшой глубине сооружение будет испытывать огромное давление окружающего грунта. Учитывая, что большая часть внутреннего пространства здания представляет собой открытый атриум, в качестве распорок для усиления всей конструкции в проекте используются только внутренние перекрытия и внешний каркас из металла и бетона.

Эксперты указывают на затруднения в процессе строительных работ из-за пирамидальной формы здания. Для устройства его внешних стен бурение под сваи или выемку грунта необходимо будет производить под уклоном. Бурение под углом буронабивных свай является распространенной технологией, тогда как технология выемки наклонных траншей большой глубины пока до конца не отработана. Из-

за значительного уклона траншей риск обвала грунта будет очень велик даже при использовании укрепляющего раствора. Альтернативный метод устройства «стен в грунте» (струйная цементация Jet Grouting) в данном случае не может быть использована как основная технология из-за недостаточной несущей способности грунтоцемента. Но при непрерывном развитии инновационных строительных технологий эта проблема рано или поздно будет решена.

Высотное строительство – направление, которое стало активно развиваться в России не так давно. Большинство применяемых технологий и методов строительства отработаны и апробированы на практике. Однако рыночная конкуренция вынуждает искать новые, более эффективные, быстрые и экономичные решения. Новации в основном поступают в Россию из-за рубежа. Их правообладателями являются международные строительные компании. В нашей стране новые строительные технологии высотного строительства широко применяются при возведении крупных социально значимых объектов или при реализации нестандартных проектов. Уникальные технологии российские строители все чаще используют в массовом строительстве. Инновации постепенно входят в массовую практику строительства. Одним из

наиболее весомых примеров современного российского монолитного высотного строительства является деловой комплекс «Москва-Сити» (рис. 7). Воплотить в жизнь такой масштабный проект без инновационных технологий было бы невозможно. Например в одном из уникальных объектов этого комплекса – башне «Меркурий», чтобы достичь отметки 338,8 м, пришлось применить сразу несколько инновационных решений, в частности технологию преднапряжения бетона [7].

Технология преднапряжения бетона позволяет значительно понизить общий вес конструкций, одновременно повысив их прочность. Благодаря этой технологии пролет между колоннами можно увеличить более чем в два раза, уменьшить толщину перекрытий на 20 % и сократить расход бетона на 25 %. Основа данного метода состоит в том, что арматура из высокопрочной стали перед заливкой бетона натягивается гидравлическими или винтовыми домкратами (или комбинацией данных механизмов). После схватывания бетона домкраты ослабляются и сила предварительного натяжения передаётся застывающему бетону, сжимая его. В процессе эксплуатации здания «остаточное сжатие» не дает произойти деформациям от растяжения, которым недостаточно

противостоят обычные бетонные конструкции. Повышение показателей «выносимости» монолитных элементов позволяют проектировщикам создавать большие пролеты бетонных конструкций без промежуточных опор [8].

Инновационная технология также была применена при возведении башни «Россия», имеющей множество подземных этажей, уходящих вглубь земли на 56 м. Технология Up&Down используется при производстве работ в глубоких котлованах, грунт из которых удаляется постепенно, по мере возведения перекрытий подземных ярусов [8]. Данная технология позволяет одновременно и достаточно быстро возводить подземную и надземную части зданий. Благодаря технологии Up&Down в условиях городского строительства становится возможным существенно сократить сроки возведения зданий, так как процесс идет вниз и вверх одновременно. Нет необходимости ждать окончания строительства ниже нулевой отметки. Сегодня технология Up&Down все чаще применяется не только на «уникальных» объектах, таких как «Москва-Сити», но и на традиционных стройках во многих крупных городах России. Как правило, это оптимальная технология при осуществлении «уплотнительной» застройки.



Рис. 7. «Москва-Сити»

При возведении высотных зданий, особенно в центрах городов, возникает необходимость минимизировать использование тяжелой строительной техники. Обычные башенные краны оказываются гораздо ниже строящегося высотного здания, с их помощью становится невозможным подавать бетон или другие строительные материалы для строительства верхних этажей. В связи с этим еще одним новым технологическим решением, примененным при строительстве комплекса «Москва-Сити», стали мощные бетононасосы [8]. Для подачи бетонной смеси на высоту использовались насосы САНИЗ, осуществляющие подъем бетона марки В90 с крайне низкой текучестью. Бетонирование велось круглогодично, даже при $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Техника, сконструированная для российских условий, справилась с задачей.

Московский международный деловой центр «Москва-Сити» – это один из самых масштабных градостроительных проектов, которые реализуются в России в последние десятилетия. Небоскребы на Пресненской набережной занимают территорию площадью 60 га. Завершено строительство небоскребов «Око», «Эволюция», «Башня 2000», «Башня на набережной», «Евразия», башен «Запад» и «Восток» делового комплекса «Федерация», «Город Столиц», «Меркурий». Также введены в строй деловой комплекс «Империя» и бизнес-центр «Северная Башня», мост «Багратион», гостиница «Новотель» и торгово-развлекательный комплекс «Афимолл–Сити». Закончено возведение комплекса «IQ-квартал».

Рядом с Третьим транспортным кольцом строится основной транспортно-пересадочный

узел комплекса «Москва-Сити» – IQ-quarter (ТПУ «Сити»). Непосредственно ТПУ «Сити» расположен в 7-этажной подземной части [9]. На -7 уровне проходит Калининско–Солнцевская линия метрополитена (участок до «Парка Победы» открыт в январе 2014 г.), а также линии Третьего Пересадочного Контура, открытие которого состоялось в 2016 г. (рис. 8).

В многоуровневых переходах между башнями организованы дополнительные офисные помещения, а на их крышах расположены видовые площадки и зоны отдыха. Проекты, подобные «Москва-Сити», нужны большим городам: они способствуют всестороннему росту, создают большое количество рабочих мест, инвестиций, дают толчок развитию транспортной инфраструктуры на прилегающей территории, закладывают основу полицентричности мегаполисов.

Высотные комплексы также являются имиджевой составляющей современного города.

За пределами столицы небоскребы строятся не так активно и всего в нескольких городах: Санкт-Петербурге, Екатеринбурге, Грозном и некоторых других. На Урале можно отметить башню «Исеть», которая входит во вторую десятку самых высоких зданий страны (52 этажа), небоскреб «Высоцкий» (54 этажа), торгово-деловой центр «Свердловск» (37 этажей и 151 м по шпилью, пока не функционирует), ЖК «Февральская революция» (42 этажа), деловой дом «Демидов» (34 этажа). В Грозном тоже есть свой «Манхэттен» – «Грозный-Сити», состоящий из семи высотных зданий – 40, 30, 28 и 18 этажей. Но планы у Чеченской Республики грандиозные: уже в следующем году здесь должно появ-

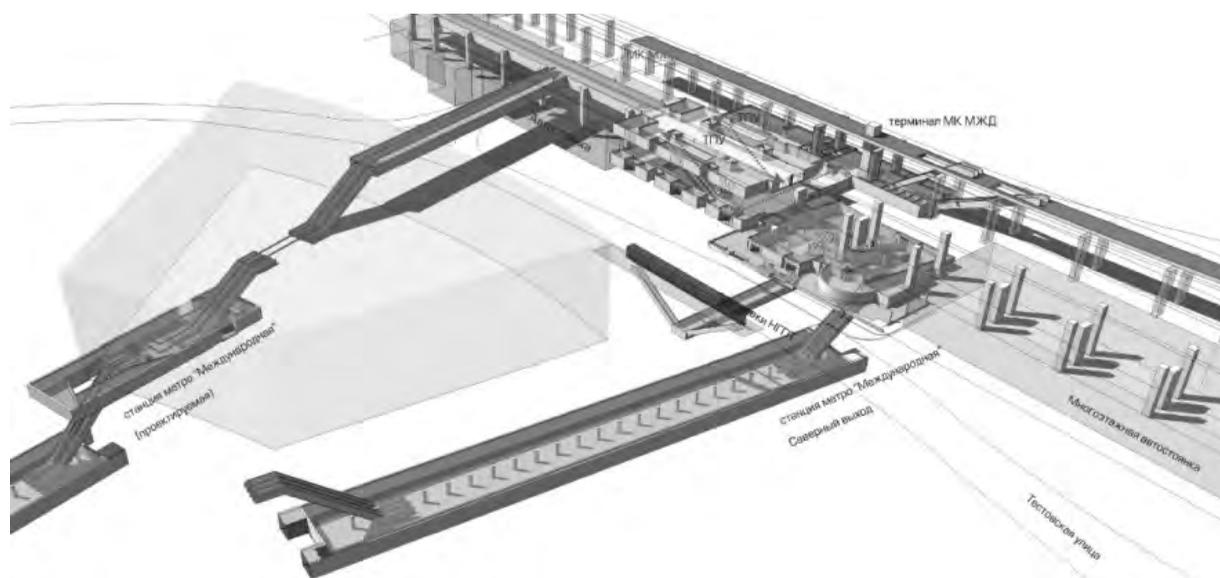


Рис. 8. Схема функционально-планировочного решения ТПУ «Сити»

виться первое в России строение более чем на 100 этажей (если точнее – на 102). Им станет многофункциональный высотный комплекс «Ахмат-Тауэр» высотой 435 м.

Консервативный и строгий Санкт-Петербург к высотному строительству никогда не тяготел, но именно здесь в 2019 г. появилось самое высокое офисное здание России и Европы – «Лахта-центр» [10]. Его высота составляет 462 м по шпилю, этажность 87 этажей (рис. 9).

В ряде регионов России из-за климатических условий строить небоскребы экономически нецелесообразно. Высотное строительство,

безусловно, будет присутствовать, но стоит учитывать дефицит ликвидных площадок для строительства и постоянно увеличивающуюся их стоимость. Во всем мире идет поиск решений, которые помогут снизить затраты на обслуживание высотных зданий, заметна тенденция на повышение энергоэффективности. Архитекторы, инженеры и дизайнеры стараются объединить с рациональными конструктивными решениями безопасность, эстетику и комфорт. Проектирование и строительство небоскребов неизбежно ведет к совершенствованию и развитию соответствующих технологий и компетенций.



Рис. 9. «Лахта-центр», Санкт-Петербург

Вывод. В результате совершенствования строительных технологий, в будущем города будут способны производить более обширный спектр услуг как над поверхностью, так и в урбанизированном подземелье без больших потерь ресурсов самих городов и в пользу будущих поколений. Два противоположных, но всегда находящихся рядом друг с другом направления вертикального развития города (вверх и вниз) кардинально различаются лишь в одном параметре:

Развитие «вверх» обогащает жилой фонд, позволяет размещать квартиры в вертикальном порядке.

Развитие «вниз» связано с тем, что жилье, оставаясь главным элементом города, может

быть избавлено от всего того, что является по отношению к нему дополнительным, второстепенным. Понятие «современный город» уже не может не учитывать строительного потенциала подземных пространств – речь может идти лишь о деталях, о том или ином способе или направлении строительства как об одном из условий достижения большей свободы архитектурно-пространственных решений «вертикального города».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Planning Singapore: The Experimental City / Stephen Hamnett, Belinda Yuen (eds). London: Routledge, 2019.

2. <https://archi.ru/projects/world/3368/zhiloi-massiv-interlace>.
3. <https://archi.ru/world/65971/waf-2015-luchshee>.
4. <https://archi.ru/world/56235/zhiloi-organizm>.
5. Веретенников Д.Б. Архитектурное проектирование. Подземная урбанистика. М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2015. 176 с.
6. The Earthscraper. BNKR Arquitectura / Alison Furuto — Режим доступа: https://www.archdaily.com/156357/the-earthscraper-bnkr-arquitectura?from=artide_lmk.
7. <https://archsovet.msk.ru/article/aktualno/moskva-siti-vysokie-perspektivy>.
8. Опыт применения новых технологий при возведении современных зданий и сооружений (на примере комплекса ММДЦ «Москва-Сити») / С.А. Синенко, Эммин Эриширгил, П.Г. Грабовый, Ю.А. Вильман, К.П. Грабовый // Вестник МГСУ. 2012. № 4. С. 165–169.
9. Материалы «Международной конференции «Высокий мир. Москва-Сити. Перспективы развития», прошедшая 22 апреля 2014 г. в башне «Федерация» ММДЦ «Москва-Сити». <https://archi.ru/projects/russia/7202/lakhta-centr/>.
4. Available at: <https://archi.ru/world/56235/zhiloi-organizm>. (accessed 17 September 2022)
5. Veretennikov D.B. *Arhitekturnoe proektirovanie. Podzemnaja urbanistika* [Architectural design. Underground urbanism]. Moscow, FORUM: INFRA Publ, 2015. 176 p.
6. The Earthscraper. BNKR Arquitectura / Alison Furuto. Available at: https://www.archdaily.com/156357/the-earthscraper-bnkr-arquitectura?from=artide_lmk. (accessed 17 September 2022)
7. Available at: <https://archsovet.msk.ru/article/aktualno/moskva-siti-vysokie-perspektivy>. (accessed 17 September 2022)
8. Sinenko S.A., Erishirgil Emmin, Grabovy P.G., Vilman Yu.A., Grabovy K.P. Experience in the application of new technologies in the construction of modern buildings and structures (on the example of the Moscow-City MMDC complex). *Vestnik MGSU* [MGSU Bulletin], 2012, no 4, pp. 165–169. (in Russian)
9. *Materialy «Mezhdunarodnoj konferencii «Vysokij mir. Moskva-Siti. Perspektivy razvitiya», proshedshaja 22 aprelya 2014 v bashne «Federacija» MMDC «Moskva-Siti»* [Materials of the “International Conference “High World. Moscow City. Development Prospects”, held on April 22, 2014 in the Federation Tower of the Moscow-City MMDC]. Available at: <https://archi.ru/projects/russia/7202/lakhta-centr/>. (accessed 17 September 2022)

REFERENCES

1. Planning Singapore: The Experimental City / Stephen Hamnett, Belinda Yuen (eds). London, Routledge, 2019.
2. Available at: <https://archi.ru/projects/world/3368/zhiloi-massiv-interlace>. (accessed 17 September 2022)
3. Available at: <https://archi.ru/world/65971/waf-2015-luchshee>. (accessed 17 September 2022)

Об авторах:

ВЕРЕТЕННИКОВ Дмитрий Борисович

кандидат архитектуры, доцент, доцент кафедры градостроительства
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: dbv3@yandex.ru

КОЗЛОВА Марина Анатольевна

магистрант кафедры градостроительства
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: marino4ka004@gmail.com

VERETENNIKOV Dmitrii

PhD in Architecture, Associate Professor of the Urban Planning Chair
Samara State Technical University
443100, Russia, Samara, . Molodogvardeyskaya str, 244
E-mail: dbv3@yandex.ru

KOZLOVA Marina Anatolievna

Undergraduate Student of the Urban Planning Chair
Samara State Technical University
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str, 244
E-mail: marino4ka004@gmail.com

Для цитирования: Веретенников Д.Б., Козлова М.А. Проектирование и строительство многофункциональных высотных комплексов как шаг к созданию «вертикальных городов» // Градостроительство и архитектура. 2022. Т. 12, № 4. С. 162–171. DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.20.

For citation: Veretennikov D.B., Kozlova M.A. Design and Construction of Multifunctional High-Rise Complexes as a Stage to Creation of Vertical Cities. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2022, vol. 12, no. 4, pp. 162–171. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.20.

В. А. САМОГОРОВ**АРХИТЕКТУРА РАБОЧЕГО ПОСЕЛКА КУЙБЫШЕВСКОГО
МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ЗАВОДА В 1950-е ГОДЫ**ARCHITECTURE OF THE WORKERS' SETTLEMENT OF THE KUIBYSHEV
METALLURGICAL PLANT IN THE 1950s

Рассматривается история строительства и особенности архитектурно-планировочной организации рабочего поселка Metallurg, сформировавшегося рядом с индустриальным районом Безымянка на базе крупнейшего металлургического завода в 1950-е годы. Его архитектура отразила в себе черты сталинской архитектуры и соответствовала господствовавшим установкам того времени на освоение классического наследия. В результате была реализована еще одна версия социалистического города, основанная на прикреплении рабочих к производству. Планировочная организация рабочего поселка была основана на выявлении главной магистрали с объектами социально-бытового обслуживания, квартальном принципе жилой застройки с внутренними дворовыми пространствами, единой стилистике зданий.

Ключевые слова: рабочий поселок Metallurg, металлургический завод, социалистический город, советская классика

The history of construction and features of the architectural and planning organization of the workers' settlement Metallurg, which was formed near the industrial district of Bezmyanka on the basis of the largest metallurgical plant in the 1950s, are considered. Its architecture reflected the features of Stalinist architecture and corresponded to the prevailing guidelines of that time for the development of the classical heritage. As a result, another version of the socialist city was implemented, based on attaching workers to production. The planning organization of the working settlement was based on the identification of the main highway with social and consumer services, the quarterly principle of residential development with courtyard spaces, and a single style of buildings.

Keywords: workers' settlement Metallurg, metallurgical plant, socialist city, Soviet classics

Введение. Рабочий поселок, возникший в 1950-е гг. на основе крупнейшего металлургического завода, отразил в своей структуре подходы и принципы проектирования соцгородов советского государства рассматриваемого периода. Наряду с другими рабочими поселками он включался в архитектурно-планировочную структуру города Куйбышева, определенную генеральным планом 1949 г., формируя дисперсную городскую ткань. Территориально поселок примыкал с северо-востока к индустриальному району Безымянка и функционально был связан с металлургическим заводом. Его архитектура отразила в себе черты сталинской классики и соответствовала господствовавшим установкам того времени на освоение исторического наследия. В результате была реализована еще одна версия социалистического города, отразившая в своей структуре идею прикрепления рабочих к производству. Планировочная организация рабочего поселка была основана на выявлении главной магистрали с объектами социально-бытового обслуживания, квартальном принципе жилой застройки с внутренними дворовыми пространствами, архитектура зданий отличалась единой стилистикой.

Цель статьи – исследовать эволюцию строительства этого важного для Самары (Куйбышева) градостроительного образования и выявить его архитектурно-планировочные особенности. Объектом рассмотрения является сам рабочий поселок, предметом – его архитектурно-планировочная структура. Границы исследования охватывают послевоенный период, вплоть до конца 1950-х годов. Методы исследования включали историко-генетический анализ формирования рабочего поселка и металлургического завода, комплексный подход и архивный поиск материалов, связанных с его строительством.

Основная часть. В 1946 г., еще до строительства металлургического завода, на месте рабочего поселка был запроектирован коттеджный поселок Кировского района города Куйбышева. Автором и главным архитектором проекта был А.Л. Каневский, проектная организация – Гипроавиапром Министерства авиационной промышленности СССР. Планировка улиц получила характерный поворот относительно существовавшей планировки улиц Кировского района, что было определено направлением железнодорожной ветки, построенной

для строительства Куйбышевского гидроузла в районе поселков Управленческий и Красная Глинка. Впоследствии центральная улица коттеджного поселка превратилась в главную улицу рабочего поселка – проспект Metallургов, соединившись с городом по улице Вольской. Характерный излом на переходе улицы Вольской в проспект Metallургов появился из-за проходившей в этом месте железнодорожной ветки (рис. 1).

Строительство крупнейшего в Европе металлургического завода в городе Куйбышеве началось в 1951 г. Оно велось строительно-монтажным трестом № 11, а в 1953 г. был создан строительно-монтажный трест «Металлургстрой», главной задачей которого было ускоренное строительство завода. В этом же году первую продукцию дал ремонтно-механический цех. В начале 1955 г. был сдан в эксплуатацию фасонно-литейный цех, создана центральная заводская лаборатория. На момент строительства завода технологическое оборудование было самым мощным и современным

в мире. Первым из основных цехов введен в эксплуатацию литейный. 4 ноября 1955 г. был отлит первый слиток, а с декабря 1955 г. литейный цех начал серийное производство слитков. В феврале 1956 г. заработал трубопрокатный цех. 28 декабря 1958 г. запущен самый крупный цех завода – прокатный. 5 июля 1960 г. правительственная комиссия приняла завод в эксплуатацию (рис. 2) [1].

Вместе с заводом началось строительство жилого поселка, возводились жилые дома для работников завода, школы, магазины, дома культуры и другие объекты. Первые дома металлургического завода были построены в 1952 г. трестом «Промстрой». Это были общежития, построенные по типовым проектам, за придание им более монументального вида выступил главный архитектор города А.И. Матвеев. Так, на проспекте Metallургов появились «Пики» – общежития с шатровыми завершениями. Директор завода П.П. Мочалов в своей книге «Река моей жизни» называл эти здания – «дома с итальянскими башенками» (пр. Metall-

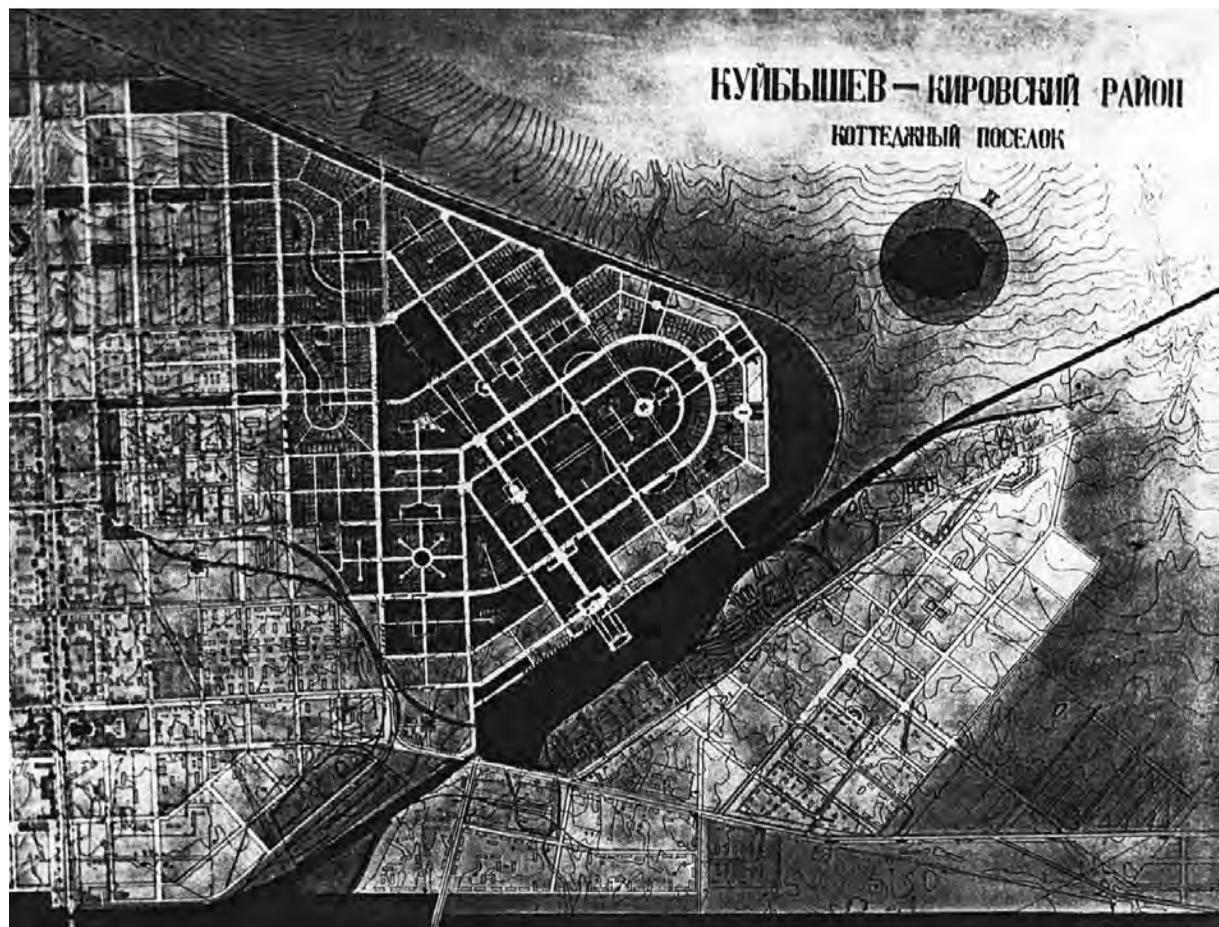


Рис. 1. Проект планировки коттеджного поселка Кировского района, Гипроавиапром, автор и главный архитектор площадки А.Л. Каневский, 1946



Рис. 2. Куйбышевский металлургический завод
(иллюстрация с сайта: [pastvu.com/uploaded by ComradeBeria](http://pastvu.com/uploaded%20by%20ComradeBeria))

лургов, 74, 76). Застройку городка металлургов вел трест «Металлургстрой», которым также руководил директор завода П.П. Мочалов. От нынешней площади, носящей его имя, и до металлургического завода проложен бульвар, который по обеим сторонам обстроен 5-этажными домами. К северу от жилой застройки был возведен стадион «Металлург», тогда еще с земляными трибунами.

Строительство жилого фонда, культурно-бытовых и спортивных объектов велось все последующие годы. На территории городка Металлургов располагалось 6 школ и 12 детских садов, открыты Клуб юных техников, музыкальная школа № 9. В городке Металлургов был представлен весь спектр советских специализированных магазинов, находившихся в непосредственной близости друг от друга: «Дом одежды», «Тысяча мелочей», «Океан», «Книжный магазин», «Гастроном». Городок Металлургов по многим показателям был «государством в государстве», обеспечивая своим жителям автономное существование.

Планировочная структура жилого поселка ориентирована главной композиционной осью – проспектом Металлургов – на предзаводскую площадь Куйбышевского металлургического завода (КМЗ), которая разделяла промышленную территорию и жилую застройку. От треугольной площади (в настоящее время площадь им. П.П. Мочалова) с общественным центром района – кинотеатром «Октябрь» и Домом культуры «Металлург» – проспект Металлургов превращается в зеленый бульвар с зелеными курдонерами в центральной застройке и общественными объектами в первых этажах жилых зданий. Общественный центр ориентирован на районный парк «50-летия Октября».

Вторую композиционную ось района образует бульвар Юных Пионеров, соединивший Молодежный парк, парк «50-летия Октября» и стадион «Металлург» в единую систему. Планировочную структуру рабочего поселка формирует прямоугольная сетка улиц, которая меняет свое направление по улицам Елизарова и Марии Авейде. Большая часть жилых кварталов застроена типовыми 2-этажными зданиями 1940-х гг., центральный проспект Металлургов оформлен 5-этажной застройкой 1950-х гг. (рис. 3).

Общежития, пр. Металлургов, 74, 76, архитектор Тарасов, 1951–1953. На основании Постановления Совета министров СССР от 22.12.1950 г. Куйбышевским горисполкомом было принято решение № 492 от 17.05.1951 г. об отводе в бессрочное пользование заводу п/я 630 (Металлургический завод им. Ленина) земельного участка в квартале № 40-41 Кировского района под застройку каменными 3-этажными домами для размещения строительных рабочих треста № 11 Министерства авиационной промышленности. В квартале планировалось построить 7 однотипных общежитий, здания № 5 и № 6 по ул. Сталинабадской (пр. Металлургов, 74, 76) были в их числе. Технический проект общежития (альбом А-168916) был разработан Гипроавиапромом и применялся повторно. Проект привязки разрабатывался Куйбышевским филиалом Гипроавиапрома и был утвержден заместителем министра авиационной промышленности (протокол № 24-51 от 21.04.1951 г.). Строительство велось строительным управлением № 1 стройтреста № 11 Министерства авиационной промышленности и было начато 1 сентября 1951 г., 12 января 1953 г. приемочная комиссия горисполкома подписала акт приемки в эксплуатацию 3-этажного каменного здания об-

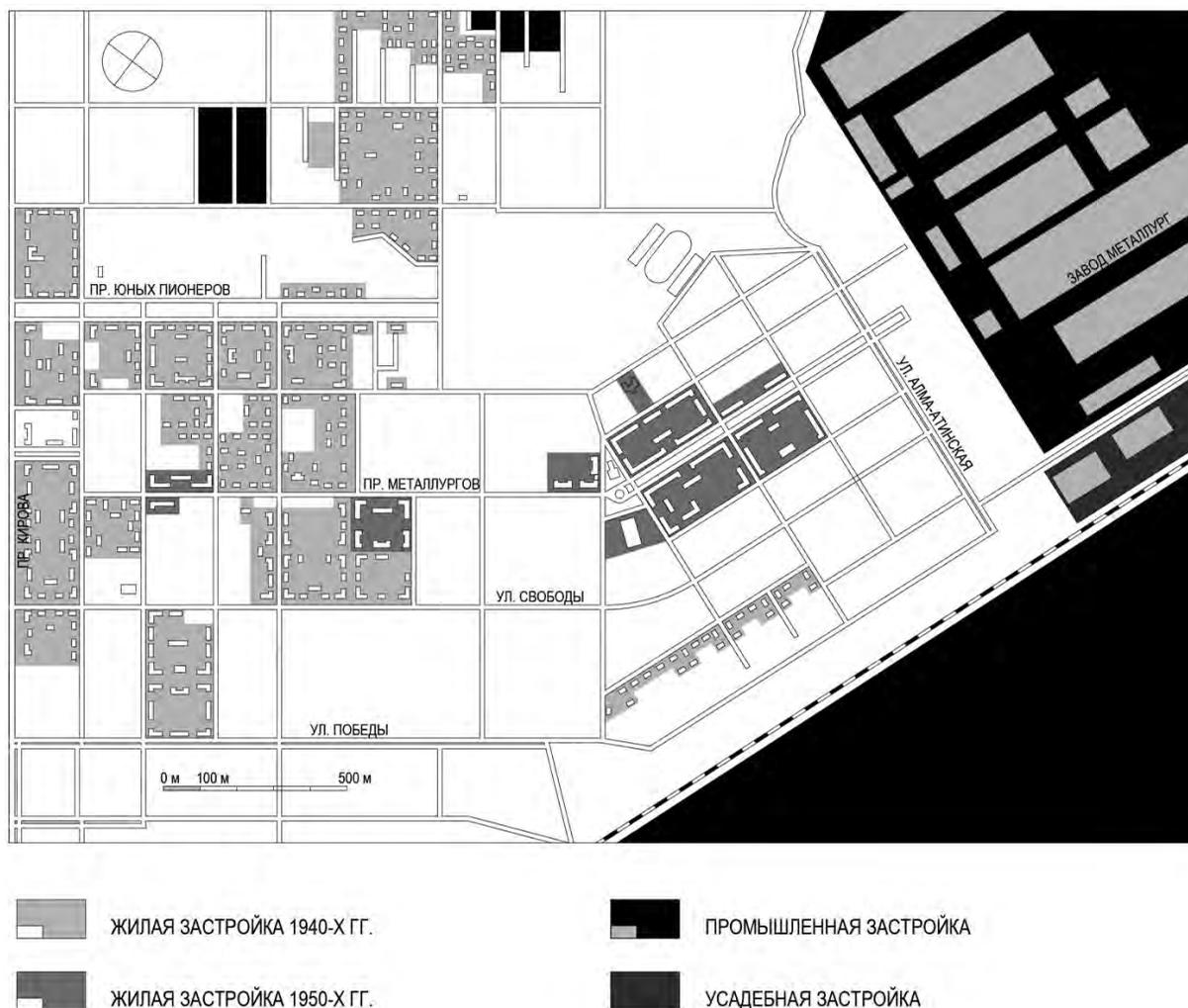


Рис. 3. Периодизация застройки рабочего поселка Metallург

щежития с 64 комнатами. Это было общежитие коридорного типа на 250 человек с отдельными комнатами на 4 человека каждая. На всех этажах предусмотрены комнаты с плитой для принятия пищи. В настоящее время здание сохранило свое назначение – в нем также размещается общежитие. Здание кирпичное с наружными стенами толщиной 550 мм. Стены первого этажа выложены из кирпича марки М-75 на теплом растворе, стены второго и третьего этажей – из сплошных шлакоблоков М-35 на холодном растворе с облицовкой в полкирпича кирпича и засыпкой уширенного шва шлаком. Кровля – энтернитовая по деревянным стропилам. Междуетажные и чердачные перекрытия сделаны по деревянным балкам на металлических прогонах (рис. 4) [2, 3].

Жилой дом, пр. Metallургов, 76-А, 1951–1953. Здание располагалось в квартале № 40-41 Кировского района г. Куйбышева, строилось для размещения продуктового магазина и долж-

но быть построено между общежитиями № 5 и № 6 по ул. Сталинабадской (пр. Metallургов). Проект здания СПБ-С-16265 был разработан Куйбышевским филиалом Гипроавиапрома в 1952 г. и утвержден директором завода п/я 630 П.П. Мочаловым 12.05.1952 г. Здание магазина одноэтажное с подвалом под всем зданием. Фундаменты – ленточные, бутовые; стены – кирпичные, оштукатуренные; перекрытия над подвалом – железобетонные, чердачные перекрытия – деревянные. Кровля здания – железная по обрешетке из брусев. Перегородки – деревянные, щитовые, под штукатурку. Магазин оборудовался центральным отоплением, водопроводом, канализацией, телефоном и радио. 3 июля 1953 г. здание магазина было введено в эксплуатацию [4–6].

Жилой дом, пр. Metallургов, 84, архитектор Г.А. Рыбина, 1952–1953. Жилой 4-этажный дом в квартале № 43 Кировского района г. Куйбы-



Рис. 4. Общежития на проспекте Metallургов («Итальянские пики»), 74, 76, Гипроавиапром, архитектор Тарасов, 1951–1953

шева по ул. Сталинабадской (пр. Metallургов) строился также для работников завода п/я 630 (Metallургический завод им. Ленина). Проект здания был разработан Куйбышевским филиалом Гипроавиапрома и утвержден заместителем министра авиационной промышленности А.А. Зоринным 15.05.1952 г. Строительство вело СМУ-3 треста «Metallургстрой». Сооружение здания было начато в мае 1952 г., 31 декабря 1953 г. приемочная комиссия горисполкома подписала акт приемки в эксплуатацию кирпичного 4-этажного жилого дома с размещением в первом этаже магазина. Все здание имеет 6 секций и 53 квартиры [7].

Жилой дом, ул. Строителей, 22 / ул. Гвардейская, 16, 1954. Пятиэтажное здание построено в классическом стиле, из кирпича. Главные фасады асимметричны. Первый этаж оформлен рустом и завершается горизонтальной тягой с зубцами. Угол здания акцентирован балконом в уровне четвертого этажа. Оконные проемы на первом этаже – прямоугольные, с наличниками с замковыми камнями и подоконными сандриками на кронштейнах. По ул. Гвардейской имеются оконные и дверной проемы с циркульными завершениями. В уровне вто-

рого этажа часть оконных проемов оформлена рустованными наличниками. Окна третьего этажа имеют простую прямоугольную форму без декоративного оформления. Окна четвертого этажа с сандриками и поясом ионик, применены оконные проемы с архивольтами. Завершает фасады карниз с поясами ионик и зубцов.

Для подготовки собственных кадров металлургического завода был открыт Строительно-металлургический техникум. Газета «Волжская коммуна» писала: «В одном из светлых просторных зданий нового замечательного архитектурного ансамбля, что высятся вдоль Кировского шоссе, первого сентября открылся строительно-металлургический техникум» [8].

Жилой дом, пр. Metallургов, 79, архитектор В.А. Ларионов, 1952–1955. Жилой 5-этажный дом размещался по ул. Сталинабадской в квартале № 23 Кировского района г. Куйбышева. Проект был разработан Куйбышевским филиалом Гипроавиапрома, согласован с главным архитектором г. Куйбышева 05.08.1952 г. и утвержден министром авиационной промышленности (протокол № 2853 от 11.10.1952 г.). На первом этаже запроектированы детские ясли на 66 мест, под всем зданием предусмотрен подвал. Фундамент здания – бутовый, стены – кирпичные, верхние два этажа возведены из шлакоблоков с облицовкой в полкирпича. Перекрытия и перегородки – деревянные, полы – дощатые. Фасады здания оштукатурены, за исключением дворового, кровля – железная. Строительство вело СМУ-3 треста «Metallургстрой». Разрешение на производство работ № 215 получено 30 сентября 1953 г. Сооружение здания было начато в августе 1953 г., 5 ноября 1955 г. приемочная комиссия горисполкома подписала акт приемки в эксплуатацию 5-этажного каменного дома из трех секций с 32 квартирами [9, 10].

О ходе строительных работ в поселке Metallургов «Волжская коммуна» писала: «На Крымской улице сооружен 3-этажный жилой дом на 14 квартир. В первом этаже здания отведено помещение под детский сад на 50 детей. На Сталинабадской улице, в первом этаже нового 4-этажного дома на 27 квартир разместятся детские ясли. Заканчиваются отделочные работы в 72-квартирном доме по Сталинабадской улице и в 120-квартирном здании на улице Победы» [11]. И еще: «Поселок «Metallургстрой». Прошло всего пять лет, а этот уголок Кировского района города Куйбышева стал совершенно неузнаваемым. На месте пустыря возникли огромные, радующие глаз жилые здания, пролегали прямые широкие улицы. За пятилетие здесь введено в строй около 30 тысяч квадратных метров благоустроенной жилой площади. Только в этом году воздвигнуто два 5-этажных

жилых дома; еще два 4-этажных здания будут заселены к новому году. К услугам новоселов все коммунальные удобства. ...

Строители Металлургстроя построили клуб «Октябрь», где жители поселка смогут посмотреть новые кинофильмы, послушать концерты артистов, выступления художественной самодеятельности. По утрам сотни девочек и мальчиков направляются к 5-этажной школе, а дети дошкольного возраста – в два детских сада. Скоро откроются еще два детских сада на 66 мест каждый. В поселке действуют поликлиника со стационаром и аптека. В этом году заканчивается строительство бани-прачечной. В большинстве построенных зданий открыты магазины. ... Поселок Металлургстроя связывается с центром Кировского района пятикилометровой трамвайной линией» (рис. 5) [12, 13].

Кинотеатр «Октябрь», пр. Металлургов, 78, 1955. В 1955 г. в Кировском районе трестом «Металлургстрой» был сдан в эксплуатацию заводской клуб «Октябрь». Государственная комиссия оценила работу на «отлично». Зрительный зал был рассчитан на 500 человек. Прямоугольное в плане здание главным фасадом выходит на площадь П.П. Мочалова. Входная зона отделена от площади аркадой. Треугольный фронтон завершал композицию главного фасада (рис. 6).

Газета «Волжская коммуна» так описывала постройку нового клуба. «Недавно трест «Металлургстрой» сдал в эксплуатацию здание нового клуба «Октябрь»... Светлое, чуть зеленоватое здание привлекает взор. Скромное, без излишней вычурности, оно выделяется своей строгой красотой. Из просторного вестибюля

стеклянные двери ведут в нижнее фойе. Масса света, льющегося в высокие окна, и кремоватый оттенок создают в фойе впечатление солнечного освещения. Красивые лестницы ведут в верхнее фойе. Оно отделано в синеватых тонах. Мягкие кресла, два круглых столика придают ему особый уют. В центре – стенд, который рассказывает о лучших людях и о работе треста. Красивый и хорошо оборудованный зрительный зал рассчитан на 560 мест» [14].

Жилой дом, пр. Металлургов, 80, Куйбышевский филиал Гипроавиапрома, архитекторы В.А. Голосов, Н.Б. Кузнецов, 1953–1957. Жилой 4-5-этажный дом в квартале № 42, 43 на углу улиц Сталинабадской (пр. Металлургов) и Крымской (ул. Марии Авейде) Кировского района г. Куйбышева строился для работников завода п/я 630. При проектировании частично был использован проект дома по ул. Победы в квартале № 718–719, выполненный архитектором Н.Б. Кузнецовым. Здание проектировалось 4-этажным, на углу улиц Сталинабадской и Крымской предусматривалось повышение до пяти этажей. В доме запроектировано 67 квартир, в первом этаже – два ателье (верхней одежды и модельной обуви) и районное отделение связи. При рассмотрении проекта архитектурной комиссией при начальнике Отдела по делам архитектуры Куйбышевского горисполкома было рекомендовано изменить планировку этажей над проездом, увязать фасад по ул. Сталинабадской с фасадом по ул. Крымской (обработка наличников окон 4-го этажа), «сильнее решить» верх эркеров и въездную арку за счет архитектурного оформления. Проект был утвержден отделом экспертиз Министерства



Рис. 5. Застройка площади Металлургов, 1959 [13]

авиационной промышленности 12 сентября 1953 г. В процессе строительства, которое вело СМУ № 3 треста «Металлургстрой», в проект были внесены изменения по отделке фасада в связи с постановлением о ликвидации излишеств. Разрешение на производство работ было выдано 10 апреля 1957 г., сооружение здания начато в ноябре 1955 г. 29 июня 1957 г. приемочная комиссия горисполкома подписала акт приемки в эксплуатацию каменного 4–5-этажного дома из 8 секций с 67 квартирами [5, 15].

Жилой дом, пр. Металлургов, 77, Куйбышевский филиал Гипроавиапрома, архитекторы А.А. Тощакон, Н.Б. Кузнецов, 1953–1957. Жилой 4–5-этажный дом в квартале № 23–24 на углу улиц Сталинабадской (пр. Металлургов) и Крымской (ул. Марии Авейде) Кировского района г. Куйбышева строился для работников завода п/я 630. Проект здания был разработан Куйбышевским филиалом Гипроавиапрома. За основу архитектор А.А. Тощакон взял проект архитектора Н.Б. Кузнецова, по которому был выстроен дом № 1 в квартале № 718–719 по ул. Победы. Здание, рассчитанное на 60 квартир, проектировалось 4-этажным на всем протяжении, за исключением угловой части на углу улиц Сталинабадской и Крымской, где была запроектирована башня в пять этажей. В первом этаже здания располагался магазин для торговли промтоварами. 22 июля 1953 г. проект был согласован начальником 12-го Главного управления Минавиапрома СССР и глав-

ным архитектором города Куйбышева. В процессе строительства, которое вело СМУ-3 треста «Металлургстрой», произошли некоторые отступления от проекта в связи с постановлением о борьбе с излишествами в архитектуре. Строительство началось в 1955 г. 11 октября 1956 г. приемочная комиссия горисполкома приняла от завода п/я № 630 четыре секции дома на 35 квартир, а 5 января 1957 г. – еще две секции жилого дома на 16 квартир. 15 февраля 1957 г. комиссия горисполкома приняла в эксплуатацию две секции жилого дома на 17 квартир (рис. 6) [5, 16].

Школа № 150, ул. Республиканская, 50, типовой проект, 1958. Школа была открыта 1 сентября 1958 г. в Кировском районе. Главным фасадом она выходит на ул. Республиканскую, задним фасадом – на ул. Енисейскую. Со стороны главного фасада организован школьный двор. Здание образует в плане букву П, ризалит с главным входом активно выдвинут в сторону двора. Школа имеет четыре этажа. Ризалит главного входа имеет двухчастную структуру. Верхние два этажа оформлены портиком с шестью коринфскими пилястрами. Входную композицию завершает треугольный фронтон. Здание построено из красного кирпича без отделки штукатуркой, что объясняется курсом на экономию строительства. Главный вход имеет обрамление в виде портала, между пилястрами размещены барельефы (рис. 7).



Рис. 6. Жилой дом, пр. Металлургов, 77, Куйбышевский филиал Гипроавиапрома, архитекторы А.А. Тощакон, Н.Б. Кузнецов, 1953–1957



Рис. 7. Школа № 150, ул. Республиканская, 50 (типовой проект), 1958

К концу августа 1959 г. ансамбль площади Мочалова сформировался полностью. Вот что писал об этом архитектурном ансамбле самарский архитектор А.Г. Моргун: «Удачно складывалась застройка трапециевидной площади Metallургов, на которой в окружении добротных угловых зданий с башенными завершениями открыли Дворец культуры на 800 мест. Для его строительства использовали типовой проект, а отделку интерьеров осуществили местные архитекторы и скульпторы. Вместе с построенным напротив кинотеатром «Октябрь», вход в который подчеркивает строчная арочная лоджия, новый Дворец занял господствующее положение в ансамбле просторной площади и удачно вписался в озелененный сквер. Строгий восьмиколонный портик и две многофигурные скульптурные композиции придали ему черты монументальности».

Дворец культуры Metallургов, пр. Metallургов, 75, архитектор К. Барташевич, 1956–1959. 8 августа 1959 г. в Самаре открылся Дворец культуры металлургов. Он располагается на участке треугольной формы, на одной оси с ранее построенным кинотеатром «Октябрь». В результате образовалась площадь, центральная часть которой занята транспортной развязкой, а по торцам площади организованы въезд и выезд из рабочего городка Metallургов. В плане Дворец культуры представляет собой прямоугольник, со стороны главного фасада запроектирована

входная группа, в центре размещается зрительный зал, в него ведут две парадные лестницы. Вокруг зрительного зала организованы коридоры, ведущие в репетиционные и служебные помещения. На третьем этаже располагается лекционный зал. Главный фасад оформлен 8-колонным коринфским портиком и фронтоном с советской символикой. Слева и справа от главного портика размещены скульптурные группы (скульптор А. Фролов). Здание приподнято на высокий пьедестал, а к входу ведут ступени на всю ширину центрального портика. Главный вход оформляют чугунные фонари. Здание оштукатурено. На втором этаже перед главным входом в зрительный зал со сценой располагается двухсветное фойе, оформленное коринфскими пилястрами из оселкового мрамора. В торцах фойе организованы смотровые галереи с балюстрадой. Потолок декорирован живописными орнаментами. По оси фойе размещены три бронзовые люстры (рис. 8).

Газета «Волжская коммуна» писала: «В Кировском районе города Куйбышева открылся новый Дворец культуры металлургов. Прекрасное здание с большими кино- и театральными залами, с высокими светлыми фойе, является замечательным подарком трудящимся. В фойе помещены четыре большие картины куйбышевских художников С.П. Горинова, А.А. Кулаковского, В.З. Пурьгина и Ю.И. Филиппова. Картины называются «Спорт», «Сталинабадское шоссе», «Отдых» и «Труд» [17].



Рис. 8. Дворец культуры Metallургов, пр. Metallургов, 75, архитектор К. Барташевич, 1956–1959

Вывод. История строительства рабочего поселка при металлургическом комбинате была в значительной степени историей противостояния городских властей, стремившихся силами мощественного ведомства решить задачу строительства социалистического города Куйбышева в границах основного пятна застройки Старого города, и руководства металлургического завода, сосредоточившего в своих руках огромные финансовые ресурсы, собственный строительный трест и средства на капитальное строительство, реализовавшего задачу создания собственного рабочего поселка при предприятии, что позволило закрепить в непосредственной близости от предприятия рабочую силу [18]. В результате был построен рабочий поселок при металлургическом заводе, архитектурно-планировочная организация застройки которого отвечала господствовавшим в 1950-е гг. принципам – созданию укрупненных жилых кварталов с внутренними дворами, обслуживанию населения объектами социально-бытового назначения в радиусе пешеходной доступности – детскими садами, школами, поликлиниками, домами культуры и другими, организации главной магистрали с объектами обслуживания в первых этажах жилых зданий, зелеными курдонерами, связывающими жилую зону с промышленным

предприятием. Архитектурное оформление застройки отвечало общему принципу – освоению классического наследия.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Куйбышевский металлургический завод имени В.И. Ленина. Внешторгиздат. Изд. № 3504 эс [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://zavodfoto.dreamwidth.org/502591.html> (дата обращения: 20.02.2021).
2. ЦГАСО, ф. Р-56, оп. 51, д. 414.
3. ЦГАСО, ф. Р-4407, оп. 2, д. 19, 27.
4. ЦГАСО, ф. Р-56, оп. 51, д. 278.
5. ЦГАСО, ф. Р-4407, оп. 2, д. 19, 21.
6. ЦГАСО, ф. Р-4761, оп. 1, д. 2001.
7. ЦГАСО, ф. Р-56, оп. 51, д. 450.
8. Новый техникум // Волжская коммуна. 10.09.1954-4.
9. ЦГАСО, ф. Р-56, оп. 51, д. 593.
10. ЦГАСО, ф. Р-4407, оп. 1, д. 22.
11. Лапшин В. Новые дома и детские учреждения // Волжская коммуна. 05.01.1955-4.
12. Для блага народа // Волжская коммуна. 02.12.1955-1.
13. Волжская коммуна. 27.09.1959-2.
14. Плешкова И. В новом клубе // Волжская коммуна. 18.03.1955.

15. ЦГАСО, ф. Р-56, оп. 51, д. 752.
16. ЦГАСО, ф. Р-56, оп. 51, д. 675, 748, 750.
17. Новый Дворец культуры // Волжская коммуна. 28.08.1959-4.
18. Самогоров В.А., Синельник А.К. Архитектура и градостроительство Самары – Куйбышева 1940–1950-х годов: монография. Самара: СамГТУ, 2022. 510 с.

REFERENCES

1. *Kuibyshevskij metallurgicheskij zavod imeni V.I. Lenina* [Kuibyshev Metallurgical Plant named after V.I. Lenin]. Available at: <https://zavodfoto.dreamwidth.org/502591.html> (accessed 20 February 2021).
2. TsGASO, f. R-56, op. 51, 414.
3. TsGASO, f. R-4407, op. 2, 19, 27.
4. TsGASO, f. R-56, op. 51, 278.
5. TsGASO, f. R-4407, op. 2, 19, 21.
6. TsGASO, f. R-4761, op.1, d. 2001.
7. TsGASO, f. R-56, op. 51, 450.
8. New technical school. *Volzhskaya kommuna* [Volga commune], 10.09.1954-4.
9. TsGASO, f. R-56, op. 51, 593.
10. TsGASO, f. R-4407, op.1, d. 22.
11. Lapshin V. New houses and children's institutions. *Volzhskaya kommuna* [Volga commune], 05.01.1955-4.
12. For the benefit of the people. *Volzhskaya kommuna* [Volga commune], 02.12.1955-1.
13. *Volzhskaya kommuna* [Volga commune], 27.09.1959-2.
14. Pleshkova I. In the new club. *Volzhskaya kommuna* [Volga commune], 18.03.1955.
15. TsGASO, f. R-56, op. 51, 752.
16. TsGASO, f. R-56, op. 51, 675, 748, 750.
17. New Palace of Culture. *Volzhskaya kommuna* [Volga commune], 28.08.1959-4.
18. Samogorov V.A., Sinel'nik A.K. *Arkhitektura i gradostroitel'stvo Samary – Kuybysheva 1940–1950-kh godov* [Architecture and urban planning of Samara-Kuibyshev 1940–1950s]. Samara, SSTU, 2022. 510 p.

Об авторе:

САМОГОРОВ Виталий Александрович
кандидат архитектуры, профессор,
заведующий кафедрой архитектуры
Самарский государственный технический университет
Академия строительства и архитектуры
443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 224,
тел. (846) 339-14-91
E-mail: samogorov@mail.ru

SAMOGOROV Vitaly A.
PhD in Architecture, Professor, Head of the Architecture
Chair
Samara State Technical University;
443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244,
tel. (846) 339-14-91
E-mail: samogorov@mail.ru

Для цитирования: Самогоров В.А. Архитектура рабочего поселка Куйбышевского металлургического завода в 1950-е годы // Градостроительство и архитектура. 2022. Т. 12, № 4. С. 172–181. DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.21. For citation: Samogorov V.A. Architecture of the Workers' Settlement of the Kuibyshev Metallurgical Plant in the 1950s. *Gradostroitel'stvo i arkhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2022, vol. 12, no. 4, pp. 172–181. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2022.04.21.

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
Сур, 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 *.tif).*

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 неправомерное использование в научной статье объектов интеллектуальной собственности, объектов авторского права или «ноу-хау» в полном объеме в соответствии с действующим законодательством РФ.

9. Авторские права на каждый номер журнала (в целом) принадлежат учредителю журнала – СамГТУ. Перепечатка материалов журнала без разрешения редакции запрещена, ссылки на журнал при цитировании обязательны.

Материалы научной статьи (рукопись статьи и сопроводительные документы к ней в печатном виде) должны быть отправлены по почте или доставлены лично по адресу: Россия, 443001, г. Самара, ул. Молодогвардейская, д. 194, Академия строительства и архитектуры, Самарский государственный технический университет. Редакция журнала «Градостроительство и архитектура» (каб. 307).

По всем вопросам, связанным с публикацией статей в журнале «Градостроительство и архитектура», обращаться к отв. секретарю Досковской Марии Сергеевне по тел. (846) 242-36-98, 8 (927) 651-07-09 E-mail: vestniksgasu@yandex.ru, uc-arch@yandex.ru.