



**МИНИСТЕРСТВО  
НАУКИ И ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**



**НОВОСИБИРСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ (СИБСТРИН)**

**РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ АРХИТЕКТУРЫ  
И СТРОИТЕЛЬНЫХ НАУК**

**МАТЕРИАЛЫ  
XIV МЕЖДУНАРОДНОЙ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
«АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ  
АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА»**

**НОВОСИБИРСК 2021**

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ (СИБСТРИН)**

**РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ АРХИТЕКТУРЫ  
И СТРОИТЕЛЬНЫХ НАУК**

**МАТЕРИАЛЫ  
XIV МЕЖДУНАРОДНОЙ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
«АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ  
АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА»**

**НОВОСИБИРСК 2021**

УДК 69  
ББК Н1  
Н 76

**Материалы XIV Международной научно-технической конференции «Актуальные вопросы архитектуры и строительства» / М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Новосибир. гос. архитектур.-строит. ун-т (Сибстрин). – Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин), 2021. – 220 с.**

**ISBN 978-5-7795-0932-9**

В сборнике представлены доклады по вопросам строительства, архитектуры, информационных технологий, охраны природы, инженерной геологии, математического моделирования и экономики.

Тексты докладов печатаются с оригиналов, представленных авторами.

Ответственные за выпуск:

канд. техн. наук	<b><i>С.Н. Шпанко</i></b>
д-р техн. наук, профессор	<b><i>В.М. Митасов</i></b>
канд. архитектуры, доцент	<b><i>А.А. Гудков</i></b>
канд. техн. наук, доцент	<b><i>И.А. Косолапова</i></b>
д-р техн. наук, доцент	<b><i>В.В. Молодин</i></b>
канд. техн. наук, доцент	<b><i>О.Е. Смирнова</i></b>
д-р физ.-мат. наук, профессор	<b><i>Ю.Е. Воскобойников</i></b>
д-р физ.-мат. наук, профессор	<b><i>В.Я. Рудяк</i></b>
д-р ист. наук, профессор	<b><i>Ю.И. Казанцев</i></b>
канд. филол. наук, доцент	<b><i>Р.С. Сатретдинова</i></b>
д-р экон. наук, доцент	<b><i>А.Б. Коган</i></b>
канд. техн. наук	<b><i>Н.В. Синеева</i></b>

**ISBN 978-5-7795-0932-9** © Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), 2021

# СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ. РАСЧЕТ СООРУЖЕНИЙ

---

## Расчет сооружений

doi 10.32683/978-5-7795-0932-9-2021-3-8

УДК 624.041

### РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ СИНТЕЗА РАСЧЕТНОЙ СХЕМЫ С ПРОГНОЗИРОВАНИЕМ НАДЕЖНОСТИ

**Т.В. Богатырева**, канд. техн. наук, доцент,  
**А.А. Солодков**, инженер  
(НИУ «МЭИ», Москва)

В работе показан способ решения задачи синтеза расчетной схемы заданного уровня надежности с помощью методов математического прогнозирования и машинного обучения. Формируется необходимая выборка данных, визуализируются результаты работы обученной модели.

Ключевые слова: расчетная схема, синтез, надежность, прогнозирование, машинное обучение, проектирование, бинарная классификация

Наряду с традиционной и хорошо известной инженерам задачей анализа расчетной схемы (т.е. прямого расчета компонентов ее напряженно-деформированного состояния) в строительном проектировании широко распространена задача в обратной постановке. Задача априорного выбора расчетной схемы, подходящей по своим свойствам под заданные внешние условия (пролеты, высоты, силовые и другие воздействия), называется далее задачей синтеза. На практике решению этой задачи помогают интуиция и опыт коллектива инженеров. К очевидным недостаткам такого подхода можно отнести его субъективность и, как следствие, отсутствие какой-либо гарантии технико-экономической оптимальности выбранного решения. В данной работе предлагается использовать иной подход, основанный на применении методов математического прогнозирования и машинного обучения.

Для оценки технико-экономических свойств той или иной системы удобно использовать показатели ее надежности и вероятности отказа. Надежность системы определяется путем проведения прямого вероятностного расчета, с построением распределения случайной величины резерва прочности. Ключевая величина, используемая в работе, – характеристика безопасности, равная числу стандартов распределения резерва прочности, укладываемого в интервале от нуля до величины ее математического ожидания. Более подробно методика вероятностного расчета надежности систем строительной механики описана в [1, 2]. Оценивание характеристики безопасности позволяет получать систему заданного уровня надежности, тем самым контролируя экономичность решения.

Решение прикладной задачи с помощью методов машинного обучения включает множество этапов, наиболее важный из которых – этап сбора и обработки данных для обучающей выборки. Следует отметить принципиальное отличие предлагаемого подхода к решению задачи синтеза как от простого проектного расчета по обратным формулам, так и от более сложных теорий, основанных на сведении задачи к оптимизационной постановке в аналитическом виде. Хотя модели машинного обучения и содержат оптимизационную задачу (минимизация функции потерь на обучающей выборке), успех их применения зависит только от объема и качества собранных данных и выбора признакового описания объектов. Результатом работы модели является статистическое предсказание с той или иной степенью точности (безошибочности), а не решение набора аналитических условий с помощью численных методов оптимизации.

Поставим задачу следующим образом: в качестве внешних условий (параметров задачи синтеза, рис. 1) даны некоторая высота  $H$  и сосредоточенная сила  $F$ . Требуемое решение – расчетная схема центрально-сжатого стержня с заданными условиями закрепления. Надежность такого стержня определяется как вероятность выполнения совокупности условий прочности и устойчивости.

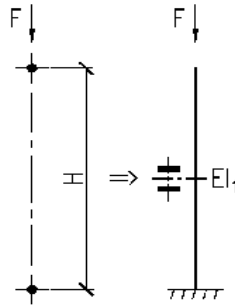


Рис. 1. Параметры задачи синтеза

Зададим некоторый диапазон параметров задачи синтеза (высота 7,6–9 м, сила 33–40 т) и будем выбирать сечение стержня из двух возможных вариантов (рис. 2). В терминах машинного обучения такая постановка соответствует задаче бинарной классификации: заданные, заранее неизвестные входные данные (параметры задачи синтеза) следует отнести (классифицировать) к одному из двух возможных классов. Классом в данном случае является расчетная схема центрально-сжатого стержня с одним из вариантов сечения.

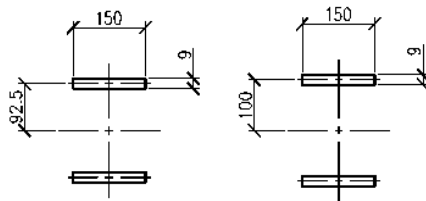


Рис. 2. Задача бинарной классификации.  
Варианты 1 и 2 сечений стержня

В качестве критерия классификации будем использовать отклонение характеристики безопасности  $\beta$  от некоторого требуемого значения  $\bar{\beta}$ , равного 2,4, что задает уровень надежности  $\approx 0,99$ . Входные параметры высоты и силы классифицируются

как расчетная схема с наименьшим отклонением от  $\bar{\beta}$ . Запишем условие формально:

$$\operatorname{argmin}_i \{|\bar{\beta} - \beta_i|\}, i \in \{1, 2\}, \quad (*)$$

где  $\beta_i$  – характеристика безопасности  $i$ -го класса;  $i$  – номер класса.

Для подготовки выборки данных был программно реализован решатель задачи надежности центрально-сжатого стержня. Примеры подготовленных с его помощью данных представлены в форме таблицы, содержащей возможную комбинацию параметров задачи синтеза, показатели надежности по этой комбинации для каждого класса и значение выражения (\*), которое, по сути, является разметкой данных по классам.

Данные для модели машинного обучения

$H, \text{ м}$	$F, \text{ т}$	Класс 1			Класс 2			Условие (*)
		$\beta$	$N$	$P$	$\beta$	$N$	$P$	
7,6	35,0	3,80	0,999	0,001	4,92	1,000	0,000	1
7,6	37,0	2,91	0,998	0,002	4,20	0,999	0,001	1
9,0	36,0	0,58	0,719	0,281	1,91	0,972	0,028	2

*Примечание.*  $N$  – показатель надежности,  $P$  – вероятность отказа.

Таким образом, была подготовлена выборка общим объемом 120 строк, содержащая данные расчетов задачи надежности центрально-сжатого стержня для 120 различных комбинаций параметров задачи синтеза.

Для обучения и применения к задаче синтеза была выбрана модель машинного обучения на основе линейного дискриминантного анализа. Реализация модели взята из библиотеки машинного обучения scikit-learn. Подробное описание модели см. на сайте библиотеки [3], а также в литературе [4]. Выборку данных удобно визуализировать в виде диаграммы классов. Модель успешно обучилась на выборке и с некоторой степенью точности может провести границу между классами (рис. 3).

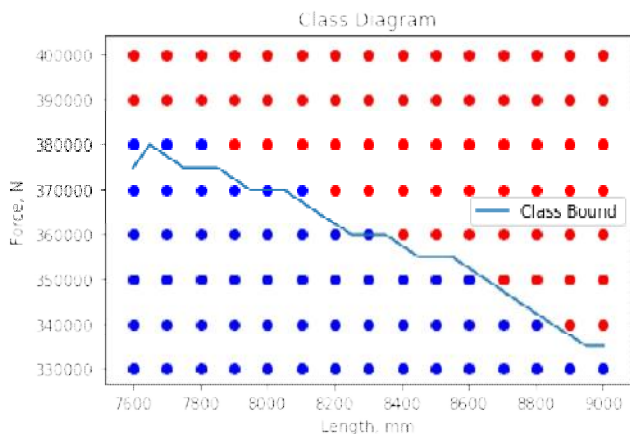


Рис. 3. Диаграмма классов

## Выводы

Решение поставленной задачи оказалось практически осуществимым: обладая необходимой выборкой данных  $F$ , можно обучить модель машинного обучения, которая только по входным параметрам, без проведения прямого расчета, может статистически предсказать наиболее подходящую в требуемом смысле надежности расчетную схему.

Граница между классами оказалась близка к линейной, что указывает на достаточную простоту задачи с точки зрения применения методов машинного обучения. Данная линейная модель оказалась подходящей для решения задачи.

## Дальнейшие шаги

Необходимо оценить точность обученной модели, а также в классе линейных моделей найти наиболее эффективную как по точности получаемого результата, так и по затратам вычислительных ресурсов.

Для более глубокого понимания задачи необходимо провести теоретическую оценку, выявить структуру вероятностного пространства классов.



## Заключение

Рассмотренный подход к решению задачи можно было бы попробовать распространить на классические методы строительной механики, в частности на метод перемещений, использующий заранее составленную библиотеку элементов. Также развитие задачи может быть интересно с вычислительной точки зрения. Построение ядра вычислительно эффективного решателя (создание надлежащего инструмента) в конечном итоге и определит успех практического решения задачи.

С практической точки зрения подход, примененный в работе, может быть использован для построения более интеллектуальных программных средств, дальнейшей автоматизации рутинного труда инженеров, создания более развитых систем поддержки принятия инженерных решений и анализа информации. Все это еще более актуально в контексте перехода к новым технологиям проектирования с использованием информационного моделирования и концепции цифровых двойников, когда единая информационная модель сама по себе содержит всю полноту данных о сооружении на протяжении всего его жизненного цикла.

## Список литературы

1. *Болотин, В. В.* Применение методов теории вероятности и теории надежности в расчетах сооружений. – Москва : Стройиздат, 1971. – 255 с.
2. *Райзер, В. Д.* Методы теории надежности в задачах нормирования расчетных параметров строительных конструкций. – Москва : Стройиздат, 1986. – 190 с.
3. *Machine Learning in Python.* – Текст : электронный // scikit-learn : веб-сайт. – URL : <https://scikit-learn.org/stable/> (дата обращения: 05.04.2021).
4. *Bishop, C. M.* Pattern Recognition and Machine Learning. – Singapore : Springer, 2006. – 358 p.

## **РАСЧЕТ НЕСОВЕРШЕННОЙ ГИБКОЙ ПЛАСТИНЫ С УЧЕТОМ ТЕРМОСИЛОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ**

**М.О. Моисеенко**, канд. техн. наук, доцент,

**О.Н. Попов**, канд. техн. наук,

**Т.А. Трепутнёва**, ст. преподаватель

**(ТГАСУ, Томск)**

Исследовалось напряженно-деформированное состояние двухпанельной, подкрепленной по центру ребром пластины с начальным прогибом, находящейся под действием силовой нагрузки. Учитывалось изменение механических свойств материала от температурного воздействия. Расчет проводился с одновременным учетом физической и геометрической нелинейностей, начального прогиба элементов конструкции, силового и температурного воздействия. Исследовано влияние разного рода нелинейностей на результаты расчетов.

Ключевые слова: гибкая пластина, напряженно-деформированное состояние, начальный прогиб, физическая и геометрическая нелинейности

Гибкие пластины находят применение в различных областях техники и строительства. В процессе эксплуатации конструкции могут одновременно испытывать не только силовые, но и температурные воздействия, что существенно влияет на механические свойства материала, вызывает уменьшение жесткости конструкции.

Начальные прогибы, подкрепления, несимметричный вид нагружения, граничные условия, наличие стыков панелей разной толщины, свойства материала, зависящие от воздействия внешней среды, могут существенно изменять картину напряженно-деформированного состояния (далее – НДС). Чтобы определить характер изменения НДС и проанализировать работу материала под нагрузкой при проектировании, необходимо одновременно учитывать все отмеченные факторы [1, 2].

Авторы исследовали НДС подкрепленной по центру ребром двухпанельной пластины с начальным прогибом (рис. 1). Пла-

стина постоянной толщины  $h = 1$  см выполнена из материала Ст3. К левой панели пластины приложена равномерно распределенная нагрузка  $q$ .

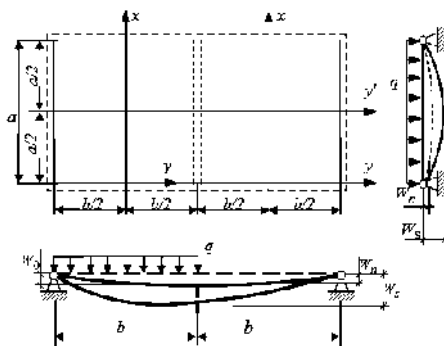


Рис. 1. Расчетная схема двухпанельной пластины

Панели пластины – квадратные в плане. Размер панелей в плане:  $a \times b = 50 \times 50$  (см). Расчет выполнялся при нагрузках, вызывающих упругие и упругопластические деформации.

Исследования проводились с учетом температурного воздействия. Температура  $t$  принималась равной 20, 100, 200, 300 °С.

Изменение механических свойств материала Ст3 от температуры представлено на рис. 2.

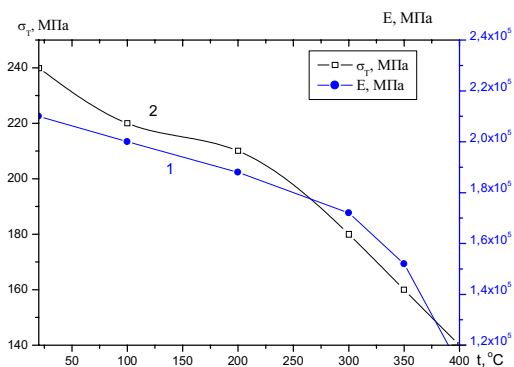


Рис. 2. Изменение механических свойств материала Ст3 от температуры

Выражение начального прогиба записывалось в аналитическом виде [3]:  $W_n(x, y) = W_0 F_1(x)F_2(y)$ . Здесь  $W_0$  – начальный прогиб центра пластины,  $W_0 = 0,5h$ ;  $F_1(x) = \sin(\pi x/a)$  при  $(0 \leq x \leq a)$ ;  $F_2(y) = \sin 0,25\pi(1 + \eta y/0,5b)$  при  $(-b/2 \leq y \leq b/2)$ ;  $\eta = 1$  при  $k = 1$ ;  $\eta = -1$  при  $k = 2$  ( $k$  – номер панели).

Координатная поверхность совмещена со срединной поверхностью недеформированной пластины. Использовалась местная система координат для каждой панели (см. рис. 1). Задача решалась в энергетической постановке методом Ритца [4], с применением функционала полной потенциальной энергии тела. Вариационное уравнение:  $\delta\Phi = \delta\Pi - \delta A = 0$ , где  $\Phi$  – полная потенциальная энергия тела;  $\Pi$  – потенциальная энергия деформации тела;  $A$  – работа внешних сил.

При составлении функционала полной потенциальной энергии подкрепленной пластины учитывались физическая, геометрическая нелинейности, начальный прогиб, несимметричное действие внешней нагрузки и зависимость свойств материала от величины температурного воздействия.

В результате расчетов определяются перемещения  $W$  в срединной плоскости пластины, а также деформации  $e_i$  и напряжения  $\sigma_i$  в любой точке конструкции.

На базе разработанной компьютерной программы [5] были проведены численные расчеты. Для исследования НДС построены графики зависимости перемещений и интенсивности деформаций от нагрузки. Анализ графиков зависимости интенсивности деформаций от нагрузки (рис. 3) показал, что с большой погрешностью получены результаты при учете одной физической нелинейности относительно результатов, полученных с одновременным учетом физической и геометрической нелинейностей.

Решения, полученные с учетом геометрической нелинейности и совместным учетом физической и геометрической нелинейностей при определении интенсивности деформаций в нижних волокнах пластины до нагрузки начала текучести, практи-

чески совпадают (отличие результатов составляет не более 3 %). С ростом нагрузки и увеличением температуры различия более заметны (рис. 3). При температуре 20 °С и максимальной нагрузке интенсивность деформаций отличается на 15,6 %, при 300 °С – на 29,2 %.

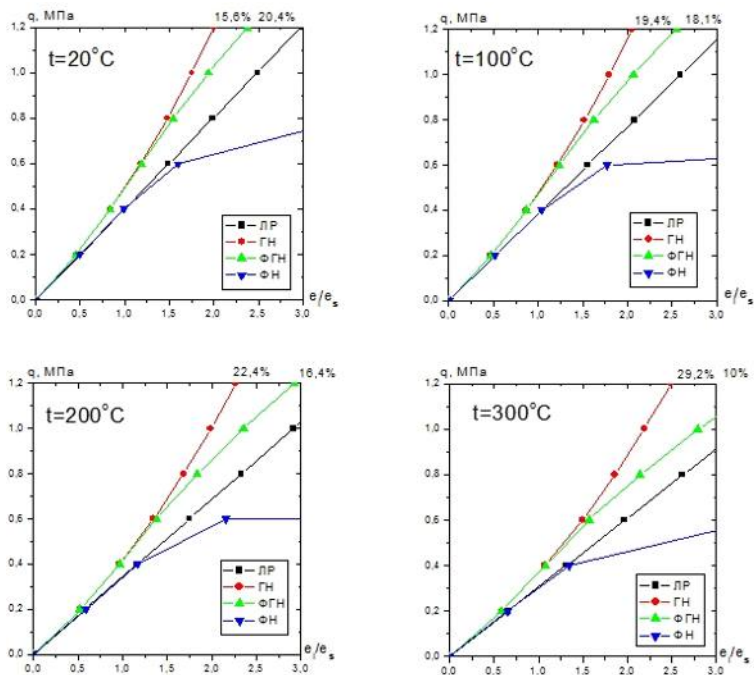


Рис. 3. Графики зависимости  $q - e/e_s$  нижних волокон в центре нагруженной панели пластины при разной температуре

Последующие расчеты проведены при одновременном учете физической и геометрической нелинейностей. Результаты расчетов показали, что большие по величине прогибы и деформации возникают в центре нагруженной поперечной распределенной нагрузкой панели. С повышением температуры в центре нагруженной панели при максимальной действующей нагрузке увеличение прогибов происходит на 5,6–10,2 % (рис. 4).

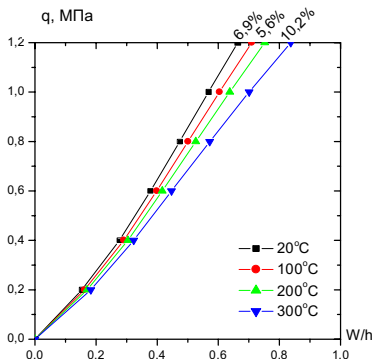


Рис. 4. Графики зависимости  $q - W/h$  в центре нагруженной панели с учетом двойной нелинейности

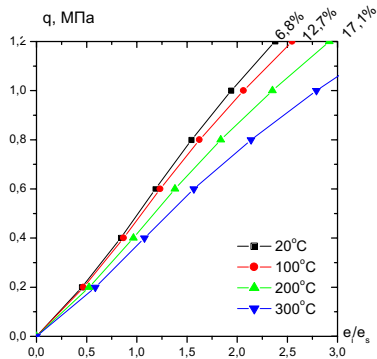


Рис. 5. Графики зависимости  $q - e_i/e_s$  в центре нагруженной панели пластины

Анализ графиков зависимости интенсивности деформаций верхних и нижних волокон в центре левой панели от нагрузки показал, что в центре нагруженной панели наиболее напряженными являются нижние волокна. Минимальный рост интенсивности деформаций в нижних волокнах (рис. 5) наблюдается при увеличении температуры до  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  (6,8 %). Дальнейшее увеличение температуры до  $200\text{ }^{\circ}\text{C}$  привело к возрастанию интенсивности деформаций в нижних волокнах на 12,7 %, до  $300\text{ }^{\circ}\text{C}$  – на 17,1 %.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие краткие **выводы**.

Разработана и реализована физико-математическая модель для расчета тонкостенных подкрепленных элементов конструкций с начальными прогибами, находящихся под действием силовой нагрузки и температурного воздействия, с одновременным учетом физической и геометрической нелинейностей и зависимости механических свойств материала от величины температуры. При увеличении температуры значительно изменяются механические свойства материала Ст3, пластина становится менее жесткой.

При расчете подкрепленных тонкостенных пластин с начальным прогибом с зависящими от температуры свойствами материала необходимо одновременно учитывать физическую и геометрическую нелинейности, особенно при действии нагрузки, когда интенсивность деформаций в два раза превышает интенсивность деформаций начала текучести, что допустимо [3].

### Список литературы

1. *Моисеенко, М. О., Малиновский, А. П., Попов, О. Н., Трепутнёва, Т. А.* Расчет системы прямоугольных пластин на действие силовой и температурной нагрузок // *Строительная наука – 2015: теория, образование, практика, инновации Северо-Арктическому региону : сб. трудов междунар. науч.-практ. конф., Архангельск, 2015. – Санкт-Петербург : Свое издательство, 2015. – С. 237–242.*
2. *Трепутнёва, Т. А., Бухтояров, Д. С., Глыбина, Е. В., Моисеенко, М. О., Попов, О. Н.* Определение напряженно-деформированного состояния несовершенных двухпольных пластин с учетом изменения свойств материала от воздействия температуры // *ПМТС-2013 : материалы I Всерос. науч. конф. молодых ученых с междунар. участием. – Томск : Изд-во ТГАСУ, 2013. – С. 155–158.*
3. *Моисеенко, М. О., Попов, О. Н., Трепутнёва, Т. А.* Исследование на прочность и жесткость с учетом нелинейности несимметрично нагруженной пластинчато-стержневой системы с начальным прогибом // *Строительная механика и расчет сооружений. – 2016. – № 4. – С. 10–17.*
4. *Ильюшин, А. А.* Пластичность. Ч. 1 : Упруго-пластические деформации. – Москва ; Ленинград : Гостехиздат, 1948. – 376 с.
5. *Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2017614725. Расчет тонкостенных конструкций с начальным прогибом / Попов О. Н., Моисеенко М. О., Трепутнёва Т. А. ; правообладатель ТГАСУ (RU). – 26.04.2017.*

## **АНАЛИЗ КОЛЕБАНИЙ МОДЕЛИ НАДЗЕМНОГО ГАЗОПРОВОДА С ОДНОСТОРОННИМИ СВЯЗЯМИ**

**А.Н. Потапов**, д-р техн. наук, профессор,

**Н.Т. Тазеев**, аспирант

**(ЮУрГУ (НИУ), Челябинск)**

Рассмотрен активный способ гашения ветровых автоколебаний модели надземного газопровода, позволяющий отстраивать ее от резонансной частоты путем изменения ее расчетной схемы. Это достигается с помощью устройства гашения колебаний, работающего по принципу односторонней связи. Реализация нестационарного динамического процесса выполнена в соответствии с теорией временного анализа для модели надземного газопровода в виде многопролетной неразрезной балки с точечными массами, расположенными в расчетных сечениях модели. Уравнение движения представлено в матричной форме интеграла Дюамеля с учетом внутреннего трения, подчиняющегося модели непропорционального демпфирования. Дан сравнительный анализ предложенной модели колебаний для расчетных моделей с одной и двумя ОС, показана эффективность модели с двумя ОС.

Ключевые слова: надземный газопровод, автоколебания, устройство гашения колебаний, односторонняя связь, форма собственных колебаний, матрица жесткости, перемещение

### **Введение**

В практике эксплуатации надземных газопроводов часто встречается явление ветровых автоколебаний, вызванных характером обтекания трубы ламинарным ветровым потоком. При определенных числах Рейнольдса с подветренной стороны трубы формируется так называемая дорожка Кармана [1], состоящая из вихрей, попеременно срывающихся с верхней и нижней частей цилиндрической поверхности трубы. Эти вихри передают трубопроводу значительные по величине знакопеременные импульсы, вызывающие колебания в вертикальной плоскости, частота которых равна частоте отрыва вихрей. При совпадении



этой частоты с частотой собственных колебаний газопровода возникает резонанс, представляющий серьезную опасность для любого сооружения [2].

Анализ динамической реакции расчетной модели газопровода проводится на резонансной частоте основного тона колебаний модели при действии знакопеременяющихся импульсов, представленных синусоидальным законом. Для ограничения резонансных амплитуд в расчетной модели используется устройство, работающее по принципу односторонней связи (далее – ОС) и содержащее в качестве главного элемента трос, обладающий нулевой изгибной жесткостью [3]. В соответствии с теорией временного анализа построена математическая модель колебаний системы с одной и двумя ОС. Эта модель позволяет учитывать поведение системы как в состоянии базовой модели (далее – БМ), когда ОС выключены из работы, так и в состоянии моделей с дополнительными связями (далее – МДС), когда ОС включены в работу.

### Модели и алгоритмы

Уравнение движения упругой МДС в рамках линейной модели вязкого сопротивления (1) и начальные условия (2) динамической задачи представляются в виде:

$$M\ddot{Y}(t) + C\dot{Y}(t) + KY(t) = P(t); \quad (1)$$

$$Y_0 = Y(t_i), \quad \dot{Y}_0 = \dot{Y}(t_i), \quad (2)$$

где  $M = \text{diag}(m_1, \dots, m_n)$  – матрица масс;  $C_j = C_j^T$  – матрица жесткости;  $K_j = K_j^T \in M_n(\mathbb{R})$  – матрица демпфирования;  $Y(t)$ ,  $P(t)$  – векторы перемещений и внешней нагрузки соответственно. Индекс  $j = 0, 1, \dots$  – номер состояния расчетной модели на интервале времени  $t \in [t_i, t_{i+1}]$ , причем нулевой индекс  $j$  соответствующих матриц опускается. Здесь  $t_i$  – время включения/выключения ОС.

Построение фундаментальных решений однородного дифференциального уравнения, вытекающего из (1), связано с матричной функцией  $\Phi_j(t) = e^{S_j t}$ , в которой матричный корень  $S_j \in M_n(\mathbb{C})$  удовлетворяет характеристическому матричному

квадратному уравнению (далее – МКУ) – уравнению движения собственных форм:

$$MS_j^2 + C_j S_j + K_j = 0. \quad (3)$$

Решение МКУ (3) имеет аналитическое представление в виде корневой пары [4]:

$$S_{j(1,2)} = M^{-1}(-C_j + V_j \pm U_j) / 2, \quad (4)$$

где  $V_j = -V_j^T$ ,  $U_j = U_j^T$  – кососимметрическая и симметрическая матрицы соответственно.

Моделирование производится в математической программе MATLAB методом временного анализа.

Расчетная схема газопровода (рис. 1) имеет вид неразрезной балки, все пролеты которой (кроме центрального) моделируются одинаковым числом узлов, содержащих точечные массы. В центральном пролете число узлов увеличено в целях повышения точности позиционирования ОС. Общее число узлов составляет 39. Количество степеней свободы системы равняется числу масс.

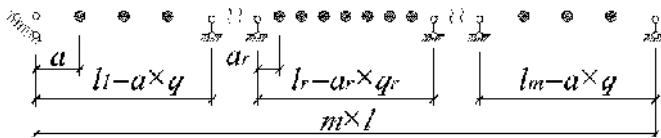


Рис. 1. Расчетная схема газопровода

Активация и деактивация связей реализуются путем смены внешних ( $C_j$ ,  $K_j$ ) и внутренних ( $S_j$ ,  $U_j$ ) динамических параметров системы, а также начальных условий ( $Y_0$ ,  $\dot{Y}_0$ ). Кроме того, при переходе от интервала  $t \in [t_{i-1}, t_i]$  к интервалу  $t \in [t_i, t_{i+1}]$  происходит замена времени  $t_{i-1}$  на  $t_i$ .

Для расчетной модели с одной ОС в пролете (РДМ-1) на рис. 2 показаны два возможных состояния системы (при  $j = 0, 1$ ) – БМ и МДС-1. Для модели с двумя ОС в пролете (РДМ-2) рассмотрены четыре возможных состояния ( $j = 0, 1, 2, 3$ ): БМ, МДС-1, МДС-2 и МДС-3 (рис. 2). Варианты моделей МДС-1,

МДС-2 (в рамках РДМ-2) возможны при произвольной расстановке ОС в центральном пролете и непостоянном по длине скоростном потоке расчетной модели.

При проведении натурного эксперимента на гибкой металлической балке было показано, что форма собственных колебаний балки в состоянии натянутого троса (ОС) является симметричной вследствие отсутствия поворотов центрального сечения в точке крепления ОС к балке. Такой характер деформирования обусловлен кратковременностью пребывания балки в состоянии с включенной связью.

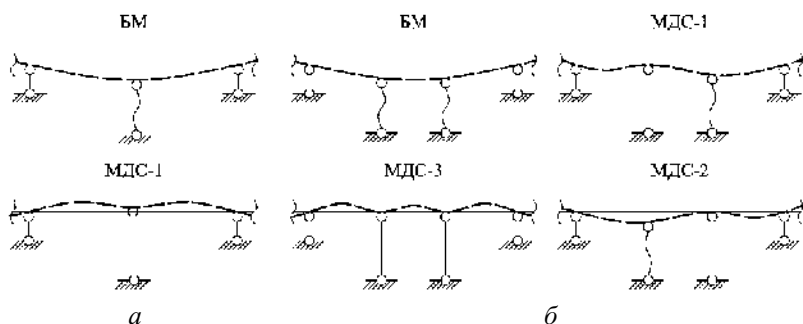


Рис. 2. Схемы возможных состояний расчетной модели:  
*а* – с одной ОС (РДМ-1); *б* – с двумя (РДМ-2)

В случае использования расчетной модели с двумя ОС в пролете (РДМ-2) рассматривается их симметричное расположение относительно центра пролета в точках крепления: 19-21, 18-22 и 17-23 (рис. 3). Результаты компьютерного моделирования задачи представляют собой графики (осциллограммы) параметров динамической реакции конструктивно-нелинейной диссипативной системы на заданном интервале времени.

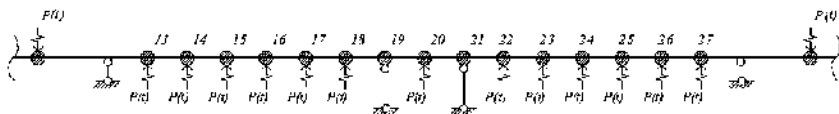


Рис. 3. Схема приложения нагрузок  
 в центральном пролете РДМ-2 (19-21)

## Результаты исследования

На рис. 4 представлен график максимальных виброперемещений  $\max|y_i(t)|$  для моделей РДМ-1, РДМ-2 при различных значениях податливости троса (от 0,001 до 0,1 м/кН).

Согласно графику, максимальную эффективность практически на всем диапазоне значений податливости троса показывает модель РДМ-2 (19-21). Вариант с моделью РДМ-1 во всех случаях демонстрирует наихудшие результаты. Причем двукратное увеличение жесткости (уменьшение податливости) троса в РДМ-1 не дает преимущества перед РДМ-2 в эффективном диапазоне жесткостей (область значений податливости от  $10^{-3}$  до  $5 \cdot 10^{-2}$  м/кН). Иными словами, одиночный трос с удвоенной жесткостью не эффективнее двух тросов одинарной жесткости.

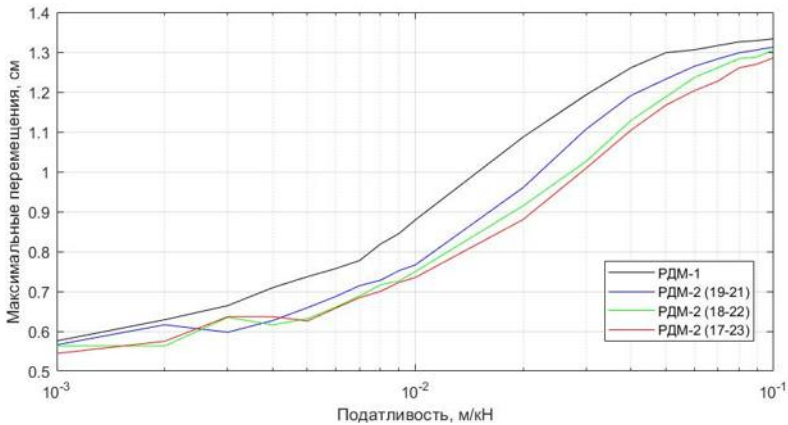


Рис. 4. График зависимости максимальных виброперемещений от податливости троса в различных моделях

Для расчетной модели с двумя ОС проведена оценка точности решения дифференциального уравнения движения (1) с помощью вектора невязок  $\Delta\varphi(t) = f(t) - P(t)$ , где  $f(t) = M\ddot{Y}(t) + C\dot{Y}(t) + KY(t)$  представляет собой сумму инерционных, диссипативных и восстанавливающих сил левой части

уравнения. Точность решения дифференциального уравнения движения не выходит за пределы погрешности  $\varepsilon \leq 8,5 \cdot 10^{-13}$  кН.

По результатам проведенного исследования можно сделать следующие **выводы**:

1. На основе экспериментальных данных принята более совершенная модель с симметричной собственной формой колебаний. Компьютерное моделирование задачи с одной и двумя ОС также показало высокую эффективность устройства гашения для предложенной модели колебаний. Этот результат имеет большое практическое значение. Использование данной модели (в рамках РДМ-1 и РДМ-2) позволит увеличить (оптимизировать) шаг расстановки устройств гашения колебаний по трассе надземного газопровода и тем самым уменьшить число данных устройств на одном километре трассы по сравнению с моделью колебаний с кососимметричной формой.

2. Для РДМ-2 с симметричным расположением ОС получена оптимальная расстановка связей (19-21 – в локальной нумерации центрального пролета) практически на всем диапазоне значений податливости троса. При данной расстановке связей РДМ-2 показывает более активное ограничение амплитуд параметров динамической реакции по сравнению с той же моделью при других расстановках ОС, а также в сравнении с моделью РДМ-1.

3. Показано, что все рассмотренные варианты моделей РДМ-2 приводят к гораздо меньшим амплитудам параметров реакции по сравнению с моделью РДМ-1. Даже двукратное увеличение жесткости троса в модели РДМ-1 не выявило преимущества перед моделью РДМ-2 по максимальным виброперемещениям.

### **Список литературы**

1. *Бисплингхофф, Р. Л., Эшли, Х., Халфман, Р. Л.* Аэроупругость : монография. – Москва : Иностранная литература, 1958. – 799 с.
2. *Тартаковский, Г. А.* Строительная механика трубопровода. – Москва : Недра, 1967. – 312 с.

3. *Патент № 66000.2019* Российская Федерация, МПК F16L 55/033 (2006.01), F16L 3/00 (2006.01). Устройство для гашения резонансных колебаний трубопровода : № 2007109081/22 : заявл. 12.03.2007 : опубл. 27.08.2007 / Потапов А. Н., Дегтярева Н. В., Бережкова Е. В., Павленко А. Е. – 11 с.
4. *Потапов, А. Н.* Динамический анализ дискретных диссипативных систем при нестационарных воздействиях. – Челябинск : Изд-во ЮУрГУ, 2003. – 167 с.

## Основания, фундаменты и инженерная геология

doi 10.32683/978-5-7795-0932-9-2021-22-27

УДК 624.1

### **ВЛИЯНИЕ УЧЕТА ДЕМПФИРУЮЩИХ СВОЙСТВ СИСТЕМЫ «МАШИНА – ФУНДАМЕНТ – ОСНОВАНИЕ» НА КОЛЕБАНИЯ СВАЙНОГО ФУНДАМЕНТА**

**С.В. Линовский**, канд. техн. наук, доцент,  
**Т.А. Якушкина**, ст. преподаватель  
**(НГАСУ (Сибстрин), Новосибирск)**

В статье отражены результаты экспериментальных исследований, позволяющие судить о степени затухания колебаний свайных фундаментов под машины с динамическими нагрузками. Выполнены расчеты амплитуд колебаний фундаментов при различных значениях показателя относительного демпфирования. На основании анализа полученных данных сделаны выводы о целесообразности экспериментального определения показателей демпфирования (затухания) и использовании их в прогнозировании колебаний реальных фундаментов под машины с динамическими нагрузками.

Ключевые слова: свайные фундаменты под машины, затухание колебаний, относительное демпфирование, логарифмический декремент затухания, амплитуда свободных (собственных) колебаний фундаментов с учетом затухания

Демпфирующие свойства системы «машина – фундамент – основание» имеет смысл учитывать при определении основных параметров колебаний, так как известно, что свободные колебания всех реальных тел имеют тенденцию к затуханию. Для фундаментов под машины с динамическими нагрузками вообще и для свайных фундаментов в частности это выражается в уменьшении амплитуд колебаний от периода к периоду. Затухание колебаний обусловлено рассеиванием энергии волн за счет их частичного отражения от неоднородностей среды, переходом в тепло, потерями на внутреннее трение и т.д.

Существуют разные подходы к учету процессов затухания физических колебаний системы, оцениваемых соответствующими характеристиками: коэффициент поглощения, модуль затухания, коэффициент демпфирования и т.д. Современный нормативный документ, регламентирующий расчеты фундаментов машин с динамическими нагрузками [1], предлагает использовать для учета затухания колебаний относительное демпфирование  $\xi$  (долю критического затухания колебаний), определяемое по результатам экспериментальных исследований или, при отсутствии таковых, принимаемое для свайных фундаментов в виде фиксированных значений (0,2 или 0,5 при вертикальных колебаниях), в зависимости от формы колебаний. Аналитически показатель относительного демпфирования связан с логарифмическим декрементом затухания  $\delta$ , который имеет явный физический смысл и может быть определен опытным путем.

В настоящей работе делается попытка установить степень изменчивости показателя демпфирования (на примере анализа значений логарифмического декремента затухания  $\delta$  для опытных и реальных свайных фундаментов), а также оценить влияние учета демпфирования в расчете амплитуды колебаний свайного фундамента по действующим нормам [1].

Для решения первой части поставленной авторами задачи проводились серии экспериментов с реальными фундаментами и их моделями в полевых и лабораторных условиях [2].

Суть экспериментальных исследований сводилась к регистрации с помощью вибродатчиков, включенных в состав измерительной установки и размещенных на одиночных сваях или ростверках, амплитуд свободных (собственных) колебаний фундаментов и моделей фундаментов, возбуждаемых импульсной (ударной) нагрузкой, и вынужденных колебаний, вызванных работой опытного вибратора. После расшифровки осциллограмм с записью результатов серии экспериментов выполнялась их статистическая обработка, составлялись обобщающие таблицы, строились необходимые графики с целью анализа основных амплитудно-частотных характеристик фундаментов (моделей фундаментов).

Условия испытаний и обобщающие результаты экспериментальных исследований процессов затухания горизонтальных



колебаний моделей свайных фундаментов и натурального свайного фундамента приведены в таблице:

Вид опытного фундамента (сваи), грунтовые условия	Количество свай	Логарифмический декремент затухания $\delta$
Модель фундамента с трубчатыми сваями (длина 0,75 м, диаметр 43,2 мм), жесткое соединение с ростверком, грунтовый лоток, песок средней крупности	4	0,405
	9	0,462
То же, шарнирное соединение с ростверком	4	0,492
	9	0,641
Модель фундамента с трубчатыми сваями (длина 1,75 м, диаметр 43,2 мм), жесткое соединение с ростверком, грунтовый лоток, песок средней крупности	4	0,588
	9	0,652
То же, шарнирное соединение с ростверком	4	0,613
	9	0,693
Опытный фундамент с трубчатыми сваями (длина 2,2 м, диаметр 76 мм), жесткое сое- динение с ростверком, опытная площадка, грунт супесь, ростверк заглублен в грунт	4	1,398
Натурный фундамент с призматическими забивными железобетонными сваями (дли- на 10 м, сечение 300×300 мм), строительная площадка, напластования песка и супеси (ростверк не заглублен в грунт)	3	2,681
То же (ростверк заглублен в грунт)	3	4,804

Анализ приведенных в таблице данных свидетельствует об изменении демпфирующих свойств системы «машина – фундамент – основание» в достаточно широком диапазоне значений логарифмического декремента затухания  $\delta$ . При этом явно прослеживается закономерность увеличения демпфирования системы при переходе от жесткого к шарнирному соединению свай с ростверком (4,1÷27,9 % при различном количестве свай, используемых в моделях фундаментов). Этот факт может быть объяснен заметным влиянием сил трения в местах соединения

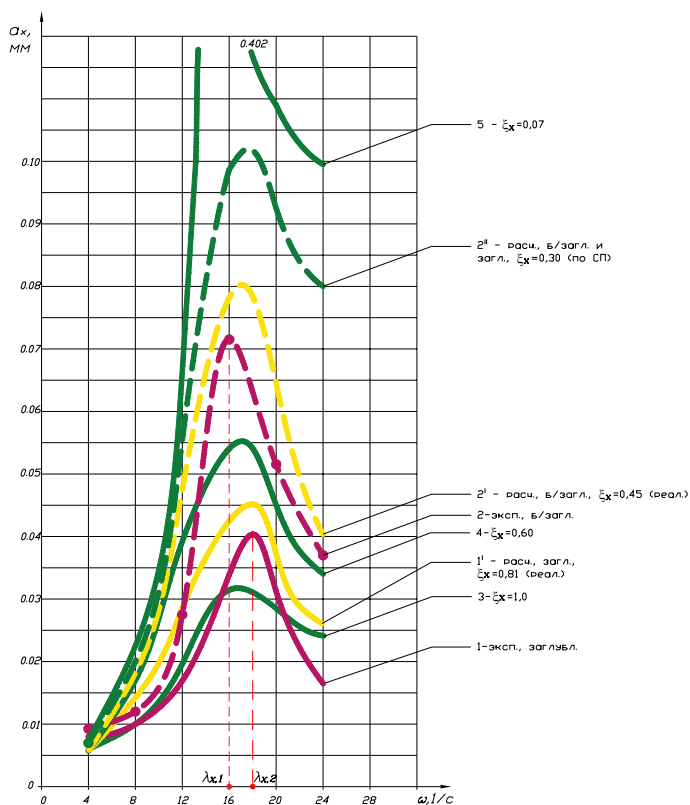
свай с ростверком. Наибольшее изменение значений  $\delta$  наблюдается при сравнении интенсивности затухания модельных фундаментов, испытанных в грунтовой лотке, и натуральных фундаментов, загружаемых горизонтальной динамической нагрузкой на строительной площадке (увеличение до 6,6 раза при переходе от лабораторных к натурным испытаниям). Также отмечается повышение логарифмического декремента затухания в 1,8 раза при сравнении свайных фундаментов с заглубленными в грунт и расположенными на поверхности ростверками.

В расчетной части работы на основании имеющихся значений логарифмического декремента определялся показатель «относительное демпфирование» ( $\xi_x$ ), который, в свою очередь, использовался при вычислении амплитуд колебаний натурального фундамента по [1]. Кроме того, принимались рекомендуемые нормами значения относительного демпфирования, задавались произвольные значения этого показателя, а также вычислялись амплитуды колебаний указанного фундамента. Полученные путем расчетов значения амплитуд сравнивались с экспериментальными данными. Результаты расчетов и экспериментов с натурным фундаментом из трех свай (резонансные кривые) приведены на рисунке.

Как следует из анализа графиков, изменение относительного демпфирования  $\xi_x$  приводит к существенному изменению расчетных амплитуд колебаний в резонансной области (графики 3–5). При уменьшении значения  $\xi_x$  в 1,7 раза резонансная амплитуда ( $a_x$ ) повышается практически в такой же кратности (графики 3 и 4).

Сравнение расчетных и полученных экспериментами данных амплитудно-частотных характеристик в отношении натурального фундамента дает основание констатировать существенное несовпадение амплитуд колебаний (особенно в резонансной зоне), полученных путем расчетов при использовании рекомендованного Сводом правил [1] фиксированного значения относительного демпфирования ( $\xi_x = 0,30$  для горизонтальных колебаний) и экспериментальных (графики 2" и 1, а также 2" и 2). Значения расчетных амплитуд в этом случае в 2,5 раза превышают

значения экспериментальных амплитуд колебания. Существенно ближе к экспериментальным результаты расчетов амплитуд при использовании реальных значений относительного демпфирования, полученных по указанной выше методике ( $\xi_x = 0,81$  – заглубленный фундамент,  $\xi_x = 0,45$  – незаглубленный фундамент). При сравнении графиков 1 и 1', 2 и 2' видно, что амплитуды в области резонанса отличаются не более чем на 12,5 %. Также хорошая сходимость наблюдается в дорезонансной и за-резонансной областях частотного диапазона.



Экспериментальные и расчетные резонансные кривые колебаний фундамента из трех свай

На основании проведенных экспериментов и выполненных расчетов можно сделать следующие **выводы**:

1. Показатели демпфирования свайных фундаментов изменяются в широком диапазоне значений и зависят от многих факторов (в частности, от способа соединения свай с ростверком, степени заглубления ростверка в грунт и др.).

2. Использование допускаемого современными нормами задания значений относительного демпфирования в виде фиксированных коэффициентов приводит к существенным погрешностям в прогнозировании амплитуд колебаний свайного фундамента (особенно в области резонанса).

3. Применение в расчетах экспериментально установленных значений показателей относительного демпфирования позволяет значительно повысить точность определения амплитуд колебаний свайных фундаментов.

#### **Список литературы**

1. *СП 26.13330.2012*. Фундаменты машин с динамическими нагрузками : актуализированная ред. СНиП 2.02.05-87 : с опечаткой : изм. 1 : введ. 2013-01-01. – Текст : электронный // Техэксперт. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов.
2. *Линовский, С. В.* Колебания свай и свайных фундаментов при горизонтальных динамических нагрузках : дис. ... канд. техн. наук. – Новосибирск : НГАС, 1993. – 232 с.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ ЗДАНИЯ МАГАЗИНА ДЛЯ ВВОДА ЕГО В ЭКСПЛУАТАЦИЮ**

**А.Г. Маньшин**, канд. техн. наук, ст. науч. сотр.,  
**В.С. Молчанов**, канд. техн. наук, доцент  
**(НГАСУ (Сибстрин), Новосибирск)**

В статье отражены результаты обследования технического состояния здания, расположенного в пос. Линево Искитимского района Новосибирской области и предназначенного для размещения объектов торговли.

Ключевые слова: техническое состояние, обследование, элементы конструкций, системы жизнеобеспечения

### **Постановка задачи**

Целью работы являлась разработка на основе анализа полученных данных и результатов обследования заключения о техническом состоянии здания в связи с введением объекта в эксплуатацию, с прогнозными оценками по дальнейшей его безопасной эксплуатации. Объект исследования расположен в пос. Линево Искитимского района Новосибирской области на земельном участке площадью 200 м<sup>2</sup> (рис. 1а). Согласно публичной кадастровой карте, назначение земельного участка (разрешенное использование) – размещение объектов торговли. Категория земель – земли населенных пунктов.

Надземная часть здания выполнена по каркасной схеме с несущим металлическим каркасом и обшивкой металлическими сэндвич-панелями (рис. 1б).

Пространственная жесткость здания обеспечивается системой вертикальных связей по колоннам и горизонтальным связям, а устойчивость каркаса в поперечном направлении – связями и жестким закреплением колонн в столбчатых монолитных железобетонных фундаментах. По периметру наружных стен выполнен ленточный монолитный железобетонный ростверк.

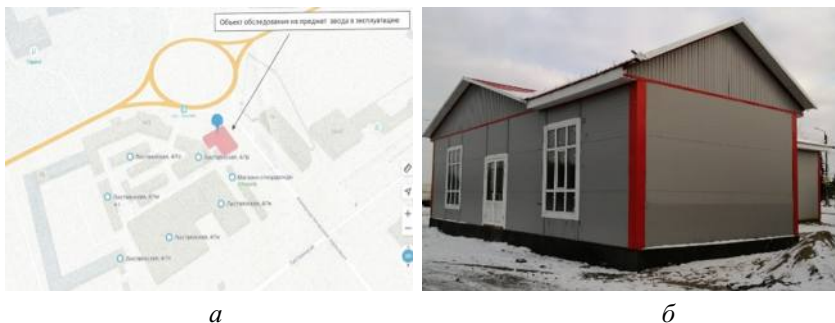


Рис. 1. План-схема местоположения (а) и общий вид (б) здания

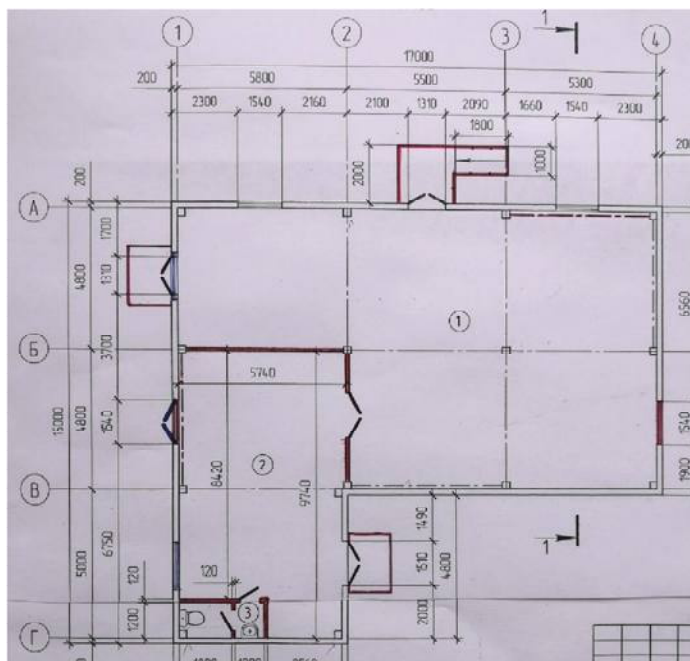


Рис. 2. План здания на отм. 0.000

### Результаты исследований

По результатам обследования конструктивной части здания, проведенного в соответствии с требованиями [1–5], опре-

делено следующее. Шаг колонн соответствует чертежам (рис. 2). Для обеспечения жесткости каркаса смонтированы металлические связующие элементы, однако их количество не соответствует чертежам: по факту есть только две связи по оси 4 (в осях А–Б) и по оси В (в осях 2–3) (см. рис. 2). Конструкции перекрытия здания выполнены из металлических треугольных ферм; на момент осмотра на отметке 4,2 м смонтирован металлический каркас, не завершена чистовая отделка потолка (рис. 3а).



Рис. 3. Металлические связи стены в осях 4/А–Б и оконный проем в осях 3–4 по оси А (а) и вид навесных сэндвич-панелей с фактической толщиной  $t = 145$  мм (б)

Наружные стены – навесные сэндвич-панели с толщиной утеплителя  $t = 145$  мм (рис. 3б). В соответствии с теплотехническими расчетами ограждающие наружные конструкции стен соответствуют требованиям термосопротивления по эксплуатации этого типа здания в данной климатической зоне. Внутренние стены (перегородки) сделаны из гипсокартона по металлическому каркасу с теплозвукоизоляционным слоем.

На момент обследования внутренние стены (перегородки) находятся на стадии завершения отделочных работ; здание подключено к системам жизнеобеспечения от поселковых сетей водоснабжения и водоотведения, электроснабжения, теплоснабжения и вентиляции. Все подключения выполнены в соответствии с техническими условиями, выданными официальными структурами, и согласованы в установленном порядке. Узлы

учета в здании смонтированы в соответствии с проектными решениями. Все системы жизнеобеспечения находятся в стадии пусконаладочных работ, поэтому проверить работоспособность данных систем по соответствующим техническим требованиям и разделам проектной документации не представилось возможным.

Согласно предоставленным материалам проектных решений и согласованным разрешениям контролирующих органов, объект изначально проектировался как здание с помещениями для торговли непродовольственными товарами. На момент производства обследования в здании не осуществлялась торговля пищевыми продуктами. Из этого следует, что на данный период времени требования СП 2.3.6.3668-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям деятельности торговых объектов и рынков, реализующих пищевую продукцию» [6] на объект исследования не распространяются.

### **Заключение**

На момент проведения экспертного обследования подземная и надземная конструктивные части здания (магазин «Гранит») в целом соответствуют проектной и исполнительной документации. Несущие и ограждающие конструкции объекта в соответствии с требованиями ГОСТ 31937-2011 [2] и СП 13-102-2003 [3] находятся в исправном состоянии и отвечают требованиям механической безопасности согласно Федеральному закону от 30.12.2009 № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» [7]. Степень огнестойкости, класс конструктивной пожарной опасности, высота здания и площадь этажа в пределах пожарного отсека не противоречат требованиям п. 6.7.1 СП 2.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты» [8]. Устройство проездов выполнено с твердым покрытием для специальной техники в соответствии с п. 1 ст. 90 Федерального закона РФ от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [9].



Однако с точки зрения противопожарной безопасности требуется принять ряд мер в соответствии с требованиями нормативных документов по противопожарной безопасности.

Для дальнейшей безопасной эксплуатации объекта необходимо выполнить следующие мероприятия:

1. Обеспечить помещение торгового зала вторым эвакуационным выходом согласно Постановлению Правительства РФ «О противопожарном режиме» от 16.09.2020 № 1479 [10].

2. Выполнить работы по огнезащитной обработке (повышению предела огнестойкости до R45) несущих металлических конструкций здания и повышению предела огнестойкости деревянной обрешетки до I группы огнезащитной эффективности в соответствии с требованиями [6].

3. Завершить монтаж в помещениях автоматической пожарной сигнализации и системой оповещения и управления эвакуаций в соответствии с [6, п. 2 ст. 54], СП 3.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре» [11] и СП 4.13130.2013 «Системы противопожарной защиты. Ограничения распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям» [12]. Предъявить здание на освидетельствование и приемку в эксплуатацию органам пожарного надзора.

4. Предусмотреть на объекте выполнение организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности в соответствии с требованиями Постановления Правительства РФ «О противопожарном режиме» от 16.09.2020 № 1479, а именно:

- разработать инструкции о мерах пожарной безопасности;
- провести с работниками противопожарный инструктаж под роспись в журнале;
- приказом по организации назначить лицо, ответственное за обеспечение противопожарного режима;
- разработать документы, характеризующие противопожарный режим в организации, и т.п.;

- разработать и изготовить планы эвакуации в соответствии с обязательными требованиями пожарной безопасности.

### **Список литературы**

1. *СП 118.13330.2012*. Общественные здания и сооружения : актуализированная ред. СНиП 31-06-2009 : изм. 1–4 : введ. 2014-09-01. – Текст : электронный // Техэксперт. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов.
2. *ГОСТ 31937-2011*. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния : введ. 2014-01-01. – Текст : электронный // Техэксперт. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов.
3. *СП 13-102-2003*. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений : введ. 2003-08-21. – Текст : электронный // Техэксперт. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов.
4. *ГОСТ Р 51773-2009*. Услуги торговли. Классификация предприятий торговли : взамен ГОСТ Р 51773-2001 : переиздание 2020 г. : введ. 2011-01-01. – Текст : электронный // Техэксперт. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов.
5. *СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03*. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов : с изм. на 25.04.2014 : введ. 2008-03-01. – Текст : электронный // Техэксперт. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов.
6. *СП 2.3.6.3668-20*. Санитарно-эпидемиологические требования к условиям деятельности торговых объектов и рынков, реализующих пищевую продукцию : введ. 2020-11-20. – Текст : электронный // Техэксперт. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов.
7. *Технический регламент о безопасности зданий и сооружений* : федеральный закон РФ от 30.12.2009 № 384-ФЗ : с изм. и доп. на 02.07.2019 : введ. 2010-06-30. – Текст : электронный // Техэксперт. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов.

8. *СП 2.13130.2020*. Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты : введ. 2020-09-12. – Текст : электронный // Техэксперт. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов.
9. *Технический* регламент о требованиях пожарной безопасности : федеральный закон РФ от 22.07.2008 № 123-ФЗ : с изм. на 30.04.2021 : введ. 2009-05-01. – Текст : электронный // Техэксперт. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов.
10. *О противопожарном* режиме : постановление Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479. – Текст : электронный // КонсультантПлюс.
11. *СП 3.13130.2009*. Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре : введ. 2009-05-01. – Текст : электронный // Техэксперт. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов.
12. *СП 4.13130.2013*. Системы противопожарной защиты. Ограничения распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям : введ. 2013-06-24. – Текст : электронный // Техэксперт. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГРУНТА ОСНОВАНИЯ 9-ЭТАЖНОГО ЖИЛОГО ЗДАНИЯ В РАМКАХ ГЕОТЕХНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА**

**В.С. Молчанов**, канд. техн. наук, доцент,

**А.Г. Маньшин**, канд. техн. наук, ст. науч. сотр.

**(НГАСУ (Сибстрин), Новосибирск)**

В статье отражены результаты обследования и мониторинга технического состояния многоэтажного жилого здания в г. Бердске Новосибирской области, проведенных с целью разработки мероприятий его дальнейшей безаварийной эксплуатации.

Ключевые слова: обследование, техническая надежность, мониторинг, элементы конструкций, системы жизнеобеспечения, безаварийная эксплуатация

### **Введение**

Целью обследования и мониторинга состояния зданий является обеспечение технической надежности, эксплуатационной и экологической безопасности и долговечности, а также определение их соответствия требованиям действующей нормативно-технической документации и возможной дальнейшей безаварийной эксплуатации. Наиболее важная составляющая технического мониторинга – геотехнический мониторинг (геомониторинг). Он включает задачи определения характеристик грунтов основания, выполняемого с использованием контроля данных изменения влажности проб, отобранных методом локального бурения в ходе лабораторных испытаний. В число задач входит также оценка влияния увлаженности грунтов основания на деформации основания и фундаментов, на общее пространственное положение здания в целом и на отдельные элементы конструкции (стены, плиты перекрытия и др.).

## Постановка задачи

В кирпичной кладке стен и в других несущих конструкциях 9-этажного жилого здания, расположенного в г. Бердске Новосибирской области, было зафиксировано образование трещин (рис. 1).



Рис. 1. Общий вид здания (а) и измерение трещин в несущих конструкциях (б)

Продолжающийся процесс трещинообразования вызывается просадками и пучением грунтов основания в результате локальных обводнений территории и воздействия отрицательных и знакопеременных температур в весенний и осенний периоды года. Это усугубляется высокой этажностью бескаркасной конструкции полногабаритного здания больших размеров в плане, а также недостаточной жесткостью сборных ленточных фундаментов из ФБС (фундаментный блок сплошной).

На основе анализа полученных данных потребовалось выполнить решение следующих задач: оценить текущее техническое состояние объекта, спрогнозировать возможные изменения в течение ближайших трех лет и предложить варианты решения проблемы.

## Результаты исследований

Для проведения наблюдений за осадками здания в стенах по его периметру были размещены геодезические марки (рис. 2, 3).

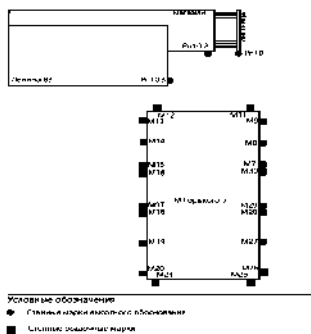


Рис. 2. Схема расположения геодезических марок высотного обоснования для контроля осадок здания



*a*



*б*

Рис. 3. Геодезические марки для контроля осадок здания:  
*a* – вид марки; *б* – размещение марки на цоколе здания

Обследование грунтов основания в ходе геомониторинга, выполненного в соответствии с требованиями [1–4], показало, что в геологическом строении территории принимают участие верхнечетвертичные отложения, представленные пылеватыми песками, супесями пылеватыми и местами, у продольной оси дворового фасада здания, – суглинком легким пылеватым просадочным и суглинками легкими пылеватыми непросадочными с прослоями песков. Определенные в ходе лабораторных иссле-

дований показатели физико-механических свойств грунтов представлены в таблице:

Номер скважины	Состояние грунтов	Плотность, г/см <sup>3</sup>			Модуль деформации E, МПа	Удельное сцепление c, кПа			Угол внутреннего трения, град.		
		$\rho^u$	$\rho^H$	$\rho^l$		$c^u$	$c^H$	$c^l$	$\varphi^u$	$\varphi^H$	$\varphi^l$
2а	Естественная влажность	1,88	1,85	1,83	5,7	16	15	15	22,1	20,9	20,0
	Водонасыщенное состояние	1,96	1,93	1,91	4,0	3	3	3	23,3	22,1	21,5
2б	Естественная влажность	1,82	1,79	1,76	9,0	15	15	10	27	27	23,5
	Водонасыщенное состояние	2,02	1,99	1,96	8,8	14	13	12	20,3	19,1	18,3
3	Естественная влажность	1,75	1,75	1,67	2,7	22	22	15	22	22	19,1
	Водонасыщенное состояние	1,91	1,91	1,82	1,8	7	7	5	21,4	21,4	18,6
4	Естественная влажность	1,89	1,85	1,82	10,0	17	17	11	29	29	25,2
	Водонасыщенное состояние	2,09	2,05	2,02	8,5	8	5	4	25,6	24,3	23,5
5	Естественная влажность	1,68	1,68	1,60	17,5	4	4	3	30	30	27,3
	Водонасыщенное состояние	1,99	1,99	1,90	16,5	6	5	5	26,6	26,0	25,6
6	Естественная влажность	1,78	1,78	1,70	17,0	6	6	4	34	34	30,1
	Водонасыщенное состояние	2,04	2,4	1,94	11,0	2	2	1	29,3	29,3	26,6
7	Естественная влажность	1,75	1,75	1,67	2,7	22	22	15	22	22	19,1
	Водонасыщенное состояние	1,91	1,91	1,82	1,8	7	7	5	21,4	21,4	18,6

Обращает на себя внимание большая разница величин модуля деформации слоев как естественной влажности (от 2,7 до 17,5 МПа), так и в водонасыщенном состоянии (от 1,8 до 16,5 МПа).

При промерзании твердая супесь является слабопучинистой, при переходе в водонасыщенное состояние ( $S_r > 0,9$ ) –

сильнопучинистой. Кроме того, отмечается просадочность грунтов вдоль оси со стороны дворового фасада. При обследовании просадочные грунты были встречены в зоне блока В площадки в пределах наружной оси здания под техногенными грунтами в скважинах 5, 7, 12 мощностью 1,5–2,0 м.

После уточнения инженерно-геологических условий сформулированы рекомендации по предотвращению дальнейшего развития деформаций:

1) исключить увлажнение грунтов основания техногенными водами (что почти неосуществимо);

2) выполнить усиление грунтов основания методом напорного инъецирования под большим давлением (5 МПа и более) путем закачки специальных цементных растворов с наполнителями, расширяющихся при затвердевании и связывающих свободную воду;

3) работы проводить при контроле результатов закачки растворов – например, георадарным зондированием;

4) произвести инъецирование цементных растворов в трещины стен с последующей заделкой трещин снаружи;

5) вследствие повышенной влажности и плотности грунтов исключить силикатизацию, тем более при малых напорных давлениях;

6) для проведения работ привлекать специализированные предприятия, имеющие опыт и соответствующее оборудование.

### **Заключение**

В результате проведенных исследований на площадке возведенного здания установлены инженерно-геологические и гидрогеологические условия грунтового основания, определены расчетные физико-механические характеристики грунтов при доверительной вероятности 0,85 и 0,95. Даны прогноз изменения инженерно-геологических условий при дальнейшей эксплуатации жилого здания и рекомендации по мероприятиям инженерно-геотехнического характера, обеспечивающим надежность работы конструкций здания. Выявлено, что возникновение и продолжающееся развитие деформаций кирпичной конструкции здания обусловлено неблагоприятным сочетанием раз-



личных причин, наиболее существенными из которых можно считать неоднородность характеристик грунтов и при их локальном замачивании, и по длине здания в сочетании с гибкой конструктивной схемой сборной конструкции фундаментов из ФБС.

Для стабилизации (прекращения локальных деформаций конструкции оснований и фундаментов) возможно:

- использование различных вариантов укрепления грунтовых оснований и усиления конструкций фундаментов;
- переустройство фундаментов в плитные в пределах контуров, ограниченных несущими стенами.

Окончательное решение может быть принято после детального обследования конструкций фундаментов, получения полных сведений об инженерно-геологических свойствах грунтов и результатов технических расчетов в активной зоне основания.

### **Список литературы**

1. *СП 47.13330-2016*. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения : пересмотр СП 47.13330-2012 : введ. 2017-07-01. – Текст : электронный // Техэксперт. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов.
2. *СП 28.13330.2017*. Защита строительных конструкций от коррозии : актуализированная ред. СНиП 2.03.11-85 : введ. 2017-08-28. – Текст : электронный // Техэксперт. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов.
3. *СП 13-102-2003*. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений : введ. 2003-08-21. – Текст : электронный // Техэксперт. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов.
4. *ГОСТ 12248-2010\**. Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости : введ. 2012-01-01. – Текст : электронный // Техэксперт. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов.

---

\* Применение в качестве национального стандарта РФ прекращено 1 июня 2021 года.

# СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ АРХИТЕКТУРЫ И ГОРОДСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

---

## Актуальные проблемы преобразования архитектурной среды в современных условиях

doi 10.32683/978-5-7795-0932-9-2021-41-46

УДК 711.522

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИЕРАРХИИ ЭЛЕМЕНТОВ ПАРКОВ Г. НОВОСИБИРСКА И АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЯ ИХ КОМПОЗИЦИОННОЙ СЛОЖНОСТИ

**М.И. Акимова**, канд. искусствоведения, доцент,

**О.Д. Белозерова**, магистрант

**(НГАСУ (Сибстрин), Новосибирск)**

В статье рассматривается планировочная организация Центрального парка культуры и отдыха города Новосибирска. С целью изучения формирования композиции парков применены методики Н.Д. Кострикина.

Ключевые слова: Новосибирск, парки, сады, садово-парковое строительство, элементы композиционной структуры плана, ЦПКиО Новосибирска

Определение значимости элементов композиции парков позволяет выделить наиболее привлекательные узлы, так как их разнообразие влияет на восприятие художественной выразительности парка в целом.

По мнению З.Н. Яргиной, Я.В. Косицкого и В.В. Владимировой, целостность композиции проявляется в сложности структуры предмета, соподчиненности и соразмерности его элементов [1, с. 307].

В исследовании применены методики Н.Д. Кострикина «Выявление иерархии элементов городского плана по их значимости в формировании композиции» и «Анализ показателя сложности градостроительной композиции» [2]. Для анализа

определены элементы архитектурно-пространственной структуры парков, по которым возможно выявление информационного потенциала объектов парков. Н.Д. Кострикин выделяет следующие элементы: коммуникация – тот или иной вид планировочно выделенного направления, ось ландшафтной или планировочной композиции; узел – точка пересечения коммуникаций; связь – отрезок коммуникаций, соединяющий соседние узлы [1, с. 312].

В соответствии с методикой, определение значимости узлов осуществляется по следующим показателям: «ассоциативность – А» – число узлов, лежащих на общих с ним коммуникациях; «контактность – К» – число узлов, ближайших к нему; «валентность – В» – число связей с ближайшими узлами по коммуникациям; «полярность – П» – число коммуникаций, образующих узел; И – суммарный показатель композиционной значимости узла [1, с. 312].

Для выявления иерархии элементов методика применена к Центральному парку культуры и отдыха (далее – ЦПКиО) города Новосибирска.

В планировочной системе ЦПКиО выявлено 72 узла (рис. 1) и девять их типов (рис. 2):

- 1) узел 1 – пересечение четырех коммуникаций;
- 2) узлы 2, 47, 45, 44, 50, 27, 23, 22, 35, 6, 15, 21, 60, 54, 55, 62, 63, 64, 65, 67, 69, 26, 41, 9, 29, 33, 5, 16, 52, 11, 53 – примыкание одной коммуникации к другой;
- 3) узлы 3, 46, 28, 14, 43, 13, 7, 4, 32, 12, 31, 18 – пересечение двух коммуникаций;
- 4) узлы 59, 61, 66, 68 – угловое соединение коммуникаций;
- 5) узлы 71, 72 – окончание коммуникаций;
- 6) узел 51 – соединение трех коммуникаций;
- 7) узлы 10, 48, 70 – поворот коммуникации;
- 8) узлы 49, 42, 25, 24, 40, 39, 38, 37, 8, 36, 17, 19, 20, 34, 58, 57, 56 – примыкание одной коммуникации к другой в точке поворота либо к дуге;
- 9) узел 30 – пересечение двух коммуникаций с примыканием третьей.

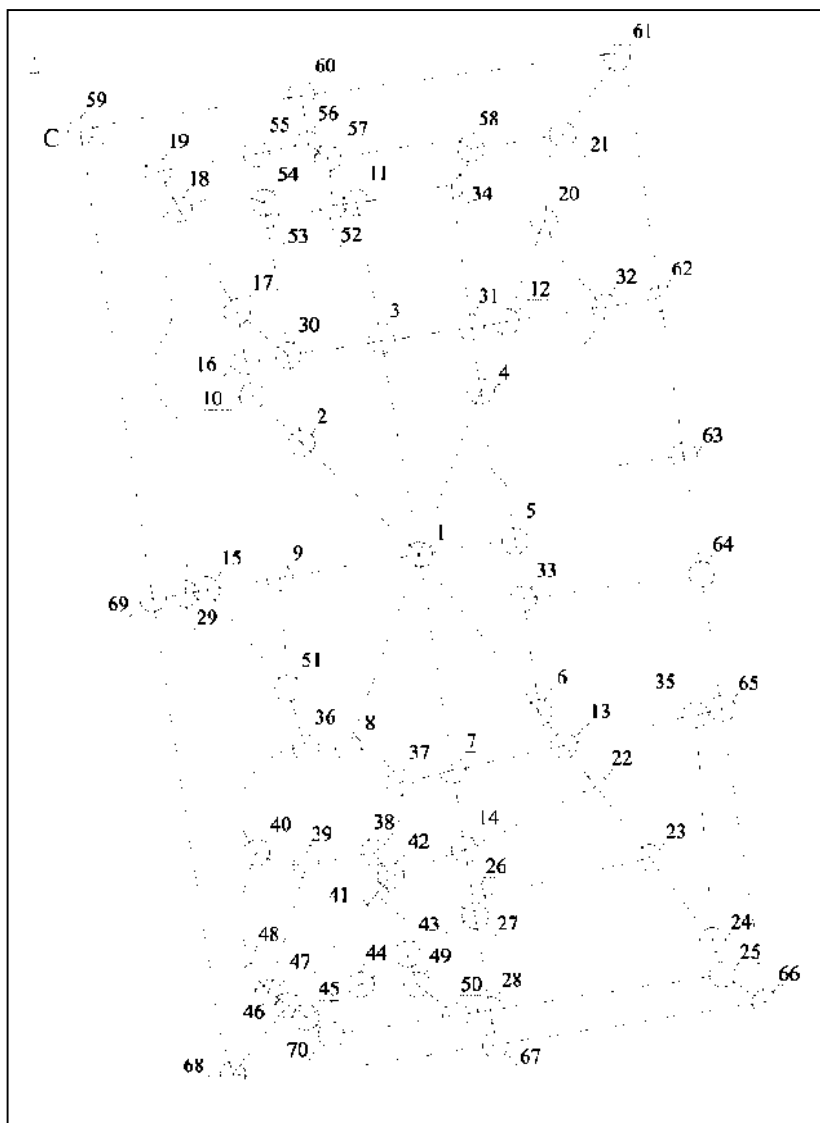


Рис. 1. Композиционные узлы ЦПКиО города Новосибирска

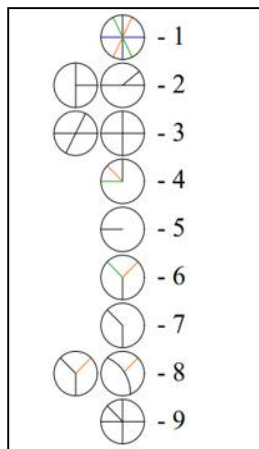


Рис. 2. Типы узлов ЦПКиО города Новосибирска:

- 1 – пересечение четырех коммуникаций; 2 – примыкание одной коммуникации к другой; 3 – пересечение двух коммуникаций; 4 – угловое соединение коммуникаций; 5 – окончание коммуникации; 6 – соединение трех коммуникаций; 7 – поворот коммуникации; 8 – примыкание одной коммуникации к другой в точке поворота либо к дуге; 9 – пересечение двух коммуникаций с примыканием третьей

Композиционная значимость узлов ЦПКиО оценена следующими числовыми характеристиками в таблице:

#### Выявление иерархии узлов в плане ЦПКиО

Узел	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
А	33	18	14	12	10	19	12	11	7	14	11	12
К	8	3	4	4	3	3	4	3	3	2	3	4
В	8	3	4	4	3	3	4	3	3	2	3	4
П	4	2	3	2	2	2	2	2	2	1	2	2
И	53	26	25	22	18	27	22	19	15	19	19	22
Узел	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
А	18	13	7	20	15	16	19	7	22	19	15	15
К	4	4	2	2	3	4	3	3	3	3	3	3

Окончание таблицы

Узел	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
В	4	4	2	2	3	4	3	3	3	3	3	3
П	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
И	28	23	13	26	23	26	27	15	30	27	23	23
Узел	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
А	22	9	11	16	6	11	11	8	6	9	5	6
К	3	3	3	4	3	5	4	3	3	3	3	3
В	3	3	3	4	3	5	4	3	3	3	3	3
П	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2
И	30	17	19	26	14	24	21	16	14	17	13	14
Узел	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
А	9	6	6	13	8	6	6	3	11	13	9	8
К	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	2
В	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	2
П	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1
И	17	14	14	21	16	14	16	10	19	23	17	13
Узел	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
А	13	11	3	4	8	5	6	5	5	6	23	13
К	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
В	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
П	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2
И	21	19	12	12	16	13	14	13	13	14	31	21
Узел	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
А	16	16	11	11	14	23	18	15	15	8	1	2
К	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	1	1
В	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	1	1
П	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1
И	24	24	19	19	22	31	26	23	23	13	4	5

Таким образом, в результате анализа плана ЦПКиО определены суммарные показатели значимости узлов. Узлы продифференцированы по значимости в плане, в результате выделяются группы узлов с индексом «И»: три узла от 1 до 10; 35 узлов от 11 до 20; 30 узлов от 21 до 30; 2 узла от 31 до 40; 1 узел более 50.

Соотношение общего числа узлов с числом их типов дает основание говорить о композиционном потенциале и может быть выражено соотношением общего числа узлов в структуре к числу типов узлов (по конфигурации).

Соотношение общего количества узлов и количества видов узлов показывает многообразие композиции парков, их эстетический потенциал и разнообразие. Показатель сложности определяется отношением общего числа всех узлов в парке к числу видов встречаемых узлов.

На плане ЦПКиО (см. рис. 1) общее количество узлов – 72, из них типов, отличающихся по конфигурации, – 9 (см. рис. 2), следовательно, на один нестандартный узел приходится восемь стандартных. Показатель разнообразия композиционной структуры Центрального парка культуры и отдыха Новосибирска равен 8.

Таким образом, данная методика выявления иерархии элементов композиции плана является точной количественной оценкой композиции [3]. Она может быть полезной для оценки объектного ряда с общими характерными признаками (функции, строение).

### **Список литературы**

1. *Основы теории градостроительства : учеб. пособие / З. Н. Яргина, Я. В. Косицкий, В. В. Владимиров [и др.]. – Екатеринбург : АТП, 2014. – 315 с.*
2. *Кострикин, Н. Д.* План города как основа формирования его художественного образа : дис. ... канд. архитектуры. – Москва : МАРХИ, 1977. – 154 с.
3. *Тальковский, В. Г.* О количественной оценке композиции в градостроительном проектировании // В помощь проектировщику-градостроителю : сборник / Госкомитет по гражд. строит. и архитектуре при Госстрое СССР, Госстрой УССР. – Вып. 8. – Киев : Будівельник, 1972.

## **ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СХЕМ ДЕТСКИХ ЛАГЕРЕЙ**

**М.И. Акимова**, канд. искусствоведения, доцент,

**М.А. Немцова**, магистрант

**(НГАСУ (Сибстрин), Новосибирск)**

Выявляются и анализируются важные аспекты функционального зонирования территории и зданий комплекса детского лагеря. Определяется влияние профиля лагеря на функциональное наполнение и объемно-планировочные решения.

Ключевые слова: функциональные схемы, функциональная структура, функциональное зонирование, детский лагерь, профиль детского лагеря

Детские лагеря – тип организаций особого назначения, которые существуют в мире более ста лет. Они имеют различия в характере деятельности, формах, целях и задачах, а также в возрастном и качественном составе прибывающих детей [1].

Фонд детских лагерей по всей России находится в упадке и является не только малофункциональным, но и опасным для времяпрепровождения детей. Советские архитекторы создавали детские лагеря как учреждения, обеспечивающие культурный, спортивный, интеллектуальный рост и развитие творческого потенциала детского населения. Но в условиях современного общества они не выполняют свои функции в полной мере [2].

Задачи исследования – изучение и анализ важных аспектов функционального зонирования как территории, так и отдельных зданий комплекса детского лагеря и определение того, как профиль лагеря влияет на функциональное наполнение и объемно-планировочные решения.

При проектировании детского лагеря затрагиваются сразу несколько областей культурно-бытового обслуживания (рис. 1).





Рис. 1. Области культурно-бытового обслуживания лагеря

Детский лагерь должен удовлетворять всем запросам общества, поэтому он имеет в своем составе значительное количество зданий и сооружений. Функциональная структура детского лагеря делится на две основные части: рекреационно-оздоровительную и хозяйственно-бытовую [3].

К рекреационно-оздоровительной части можно отнести такие здания, помещения и зоны, как актовый зал, медицинский корпус, спортивные площадки, парковые зоны, амфитеатр и т.п.

В хозяйственно-бытовую часть входят: жилые корпуса, душевые корпуса, помещения питания, кладовые, мастерские, административные помещения и т.п.

При проектировании комплекса детского лагеря в первую очередь следует уделить большое внимание рациональному и функциональному территориальному планированию.

Проектирование комплекса детского лагеря необходимо выполнять в соответствии с методическими рекомендациями, в которых приводится соотношение основных размеров архитектурно-градостроительных объектов в зависимости от количества человек, одновременно пребывающих на территории лагеря [4].

Согласно [5] площадь территории, выделенной под детский лагерь, определяется следующим образом:

- при вместимости лагеря 400 и более человек – 200 м<sup>2</sup> на человека;
- при вместимости лагеря до 240 человек – 250 м<sup>2</sup> на человека.

На рис. 2 представлено рекомендуемое функциональное зонирование территории детского лагеря в процентном соотношении зон различного назначения.



Рис. 2. Диаграмма распределения зон детского лагеря

В качестве удачного примера рассмотрим проект-концепцию рекреационно-оздоровительного комплекса «Стрельнинская дубрава» в Багратионовском районе Калининградской области, выполненного по инициативе Региональной общественной организации содействия развитию подрастающего поколения «Молодежная Морская Лига» (рис. 3) [6].



Рис. 3. Функциональное зонирование рекреационно-оздоровительного комплекса «Стрельнинская дубрава»

Рассмотрим подробнее наиболее значимые зоны:

1. Детская воспитательная и санаторно-реабилитационная зона включает комфортабельные корпуса для проживания, детско-юношескую морскую школу, классы историков-археологов, классы биологов-юннатов на базе собственного подсобного хозяйства, терапевтический и реабилитационный блоки для реабилитации детей-инвалидов, в том числе с ДЦП, конюшню (для занятий иппотерапией).

2. В туристической зоне реализуются различные программы проживания, полный пансион, трехразовое питание по системе «шведский стол», трансфер, широкая экскурсионная программа, морские прогулки, рыбалка, пляжный отдых, конные прогулки, привлечение туристов из соседних стран.

3. Спортивная зона включает спортивный центр с универсальным залом для общей физической подготовки размером 24×12 м, тренажерными и фитнес-залами, открытые спортивные площадки.

4. Медико-реабилитационная зона с помещениями для спа-процедур, медицинским центром и бассейном: предоставляется полный доступ к лечебно-диагностическим и спортивно-оздоровительным возможностям комплекса, включая стоматологическое лечение.

Помимо основной группы зданий и элементов благоустройства территории, каждый лагерь должен включать помещения и зоны специализированного назначения, которые могут быть разными в зависимости от профиля детского лагеря [2], что влияет на общее функциональное зонирование комплекса.

В результате анализа проектов детских лагерей выявлено, что специализированные занятия в них проводятся в помещениях общего назначения, не предназначенных и не приспособленных для специальных занятий, и существует большая потребность лагерей в оборудованных помещениях и площадках (рис. 4, 5).

Таким образом, правильная функциональная схема, построенная с учетом всех задач детского лагеря, оказывает большое влияние на разработку как генерального плана, так и отдельных зданий комплекса.

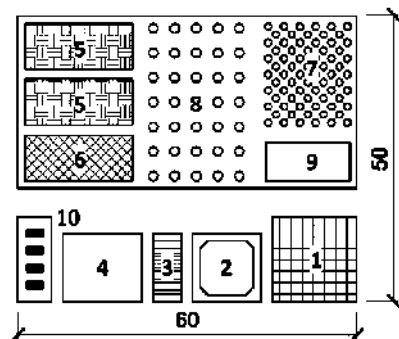


Рис. 4. Схема функционального зонирования лагеря юных натуралистов: 1 – площадка для проведения массовых мероприятий; 2 – информационная площадка; 3 – учебное помещение для проведения занятий; 4 – группа помещений для натуралистической работы; 5 – территория овощных культур; 6 – селекционная зона; 7 – питомник; 8 – плодовый сад; 9 – географическая площадка; 10 – зоологический участок

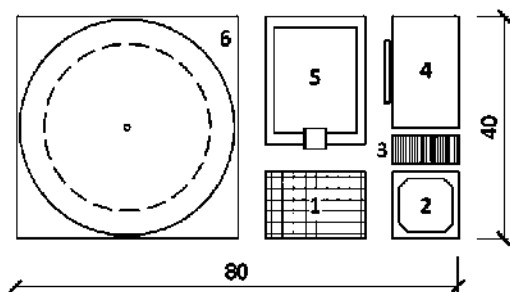


Рис. 5. Схема функционального зонирования лагеря для технического творчества: 1 – территория для проведения массовых мероприятий; 2 – открытый информационный зал; 3 – учебное помещение для проведения занятий на открытом воздухе; 4 – группа помещений для творческих занятий; 5 – бассейн для судомodelей; 6 – территория для испытаний авиа- и других моделей

Структура проектируемого детского лагеря должна быть многообразной, многофункциональной, эргономичной, частич-

но трансформируемой. На разработку функциональной схемы детского лагеря влияют природно-климатические условия и творческие предпочтения архитектора.

Необходимо провести исследование по типологии лагерей и их классификации по профилю, чтобы разработать функциональные схемы, которые будут соответствовать всем запросам общества.

### Список литературы

1. *Кругликова, Г. Г., Линкер, Г. Р.* Теория и методика организации летнего отдыха детей и подростков : учеб. пособие. – Нижневартовск : Изд-во Нижневарт. гуманитар. ун-та, 2011. – 236 с.
2. *Денисенко, А. А., Марченко, М. Н.* Взаимосвязь дизайна и нравственного воспитания школьников // Дизайн и архитектура: синтез теории и практики : сб. науч. тр., Краснодар, 24–27 апр. 2017 г. – Краснодар : Кубанский гос. ун-т, 2017. – С. 177–181.
3. *СП 2.4.3648-20.* Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи : утв. постановлением Глав. гос. санитарного врача Рос. Федерации от 28.09.2020 № 28. – Текст : электронный // Техэксперт. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов.
4. *Ажгихин, С. Г., Денисенко, А. А., Трубова, В. В.* Особенности функционального зонирования при проектировании детских лагерей. – Текст : электронный // Синергия наук. – 2017. – № 18. – С. 1294–1298. – URL: <http://synergy-journal.ru/archive/article1415> (дата обращения: 22.03.2021).
5. *Пособие по проектированию учреждений отдыха для подростков в пригородной зоне / ЦНИИЭП курортно-туристских зданий и комплексов Госгражданстроя.* – Москва : Стройиздат, 1982. – 77 с.
6. *Рекреационно-оздоровительный комплекс «Стрельнинская дубрава» в Калининградской области.* – Текст : электронный // Проектный институт ГРАДЪ. – URL: <https://градъ-проект.рф/obshchestvennye/dosug-i-otdykh/kompleks-strelninskaya-dubrava> (дата обращения: 22.03.2021).

## **ПРОБЛЕМА ОПТИМИЗАЦИИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГОРОДСКОГО ПРОСТРАНСТВА В УСЛОВИЯХ ЗНАЧИТЕЛЬНЫХ СНЕГООТЛОЖЕНИЙ**

**В.В. Геронимус**, ст. преподаватель  
(НГАСУ (Сибстрин), Новосибирск)

В статье рассматриваются особенности функционирования пространства крупного города в условиях значительных снегоотложений и основные направления оптимизации его использования. Основным результатом данного исследования является ряд рекомендаций по оптимизации формирования, преобразования и использования городского пространства в условиях значительных снегоотложений.

Ключевые слова: снегоотложения на территории Западной Сибири, проблема рационального использования пространства территории города, влияние снегоотложений на городскую среду

### **Введение**

Особую актуальность в течение последних десятилетий приобрела проблема рационального формирования и эффективного использования городского пространства в условиях значительных снегоотложений, характерных для резко континентального климата южной части Западной Сибири, в которой расположены такие города, как Новосибирск, Омск, Томск, Барнаул, Кемерово, являющиеся административными центрами обширных субъектов Российской Федерации и обладающие существенным экономическим, инфраструктурно-логистическим, научно-образовательным и культурным потенциалом. Для этой части Российской Федерации применяются расчетные снеговые нагрузки, значения которых превышают 200 кг на 1 м<sup>2</sup> горизонтальной проекции поверхности [1].

### **Результаты исследования**

Игнорирование фактора заснеженности городских пространств в холодные периоды при выработке и реализации про-

ектных архитектурно-градостроительных, организационно-управленческих и финансово-экономических решений приводит в настоящее время к значительным социально-экономическим издержкам, превращая городскую среду зимой в пространство выживания городского населения в дискомфортных, потенциально аварийных, травмоопасных условиях. Данная ситуация осложняется еще и тем, что в такие периоды из постоянного функционирования надолго выбывают значительные части городских общественных пространств, так как они оказываются закрыты массивным снежным покровом. Вследствие образования линейных снежных отвалов на проезжей части городских магистралей, улиц и проездов в результате механизированной уборки снега сокращается количество полос движения, что существенно уменьшает пропускную способность улично-дорожной системы города. Это, в свою очередь, приводит к резкому сокращению возможностей транспортных структур городов, которые и в более комфортные теплые периоды не соответствуют растущим потребностям рассматриваемых городов в нормальном функционировании их пространств и в нормальном транспортном обслуживании их населения.

Решение задачи оптимизации эксплуатации городского пространства в условиях значительных снегоотложений осложняется отсутствием необходимого отечественного и зарубежного опыта эффективной эксплуатации городского пространства в аналогичных условиях. Этому в настоящее время в весьма малой степени соответствует содержание основных нормативных документов, в частности, Градостроительного кодекса РФ [2].

Особое значение в сложившейся ситуации приобретает обязательный системный учет условий значительных снегоотложений в архитектурно-градостроительном проектировании с максимально рациональной последовательностью решения каждой конкретной проектной задачи. В связи с этим будут целесообразны следующие рекомендации по использованию городского пространства:

- 1) осмысление функционального назначения проектируемой части городского пространства в сочетании с комплексным анализом возможных результатов воздействия снежного фактора на проектируемые объекты;

2) системный анализ особенностей и параметров функциональных процессов в проектируемой части городского пространства в снежные периоды;

3) формирование системы основных функциональных зон в проектируемой части городского пространства;

4) поиск самого рационального варианта взаимного расположения основных функциональных зон в проектируемой части городского пространства с учетом снежного фактора;

5) поиск самого рационального варианта взаимного расположения мелких функционально-пространственных структурных элементов внутри каждой основной функциональной зоны для условий бесснежного и заснеженного состояний.

### **Выводы**

В процессе разработки проектных архитектурно-градостроительных решений и соответствующей этим решениям проектной документации на всех уровнях и этапах (при разработке генерального плана города, проектов планировки, правил землепользования и застройки, градостроительных планов, схем планировочной организации земельных участков проектируемых объектов) особое внимание необходимо уделять обязательному учету особенностей технологии уборки, вывоза и складирования снега с выделением для этого соответствующих пространств.

Реализация данных предложений позволит в значительной мере оптимизировать формирование, преобразование и использование городских пространств в условиях значительных снегоотложений.

### **Список литературы**

1. *СП 20.13330.2016*. Нагрузки и воздействия : введ. 2017-06-04. – Текст : электронный // Техэксперт. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов.
2. *Градостроительный кодекс Российской Федерации* : федеральный закон РФ от 29.12.2004 № 190-ФЗ : ред. от 02.07.2021 : с изм. и доп., вступ. в силу с 01.10.2021. – Текст : электронный // КонсультантПлюс.



## **СЕМАНТИКА АРХИТЕКТУРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КРЕСТЬЯНСКОГО ЖИЛИЩА ПРИТОМЬЯ В ТРАДИЦИЯХ РУССКОЙ СВАДЬБЫ (ПО МАТЕРИАЛАМ ПОЛЕВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ)**

**М.А. Рублев**, ассистент  
**(НГАСУ (Сибстрин), Новосибирск),**  
**А.А. Рублева**, инженер-исследователь  
**(ИАЭТ СО РАН, Новосибирск)**

В данной статье анализируется семантика архитектурных элементов крестьянской архитектуры Западной Сибири на примере свадебного обряда. Цель исследования – определение семантической взаимосвязи архитектурных элементов славянского населения Западной Сибири и материнских культур. В рамках исследования под материнской культурой понимается культура исходных территорий проживания этноса. Итогом работы стало выдвижение гипотезы о низком уровне внедрения региональной семантики в архитектуру Западной Сибири.

Ключевые слова: крестьянская архитектура Западной Сибири, семантика архитектуры Западной Сибири, архитектура Притомья, семантика крестьянского жилища Притомья, семантика свадебного обряда Притомья

### **Введение**

При анализе крестьянской архитектуры весьма важным аспектом исследования трансформации этнических особенностей является вопрос изменения семантики архитектурных элементов крестьянского жилища. Актуальность темы исследования семантики архитектуры крестьянского жилища Притомья заключается в низкой степени изученности данного вопроса. Проблеме семантики славянского жилища исследовал А.К. Байбурин [1, 2], семантики архитектурных элементов крестьянского жилища на территории Западной Сибири – А.Ю. Майничева [3, с. 84–93]. Новизна нашего исследования заключается в определении семантики крестьянской архитектуры жилища Притомья. Целью является сравнительный анализ семантики архитектуры

славянского населения европейской части России в традициях свадьбы и свадебного обряда на территории Притомья для определения семантических значений крестьянской архитектуры.

### **Метод и материалы исследования**

В данном исследовании использован метод сравнительного анализа, с его помощью изучены взаимосвязи свадебного обряда славянского населения Притомья с семантикой архитектурных элементов жилища и свадебного обряда материнских культур европейской части России. Под материнскими культурами понимаются культуры мест исходного проживания.

Основными материалами нашего исследования стали работы А.К. Байбурина, посвященные семантике архитектуры славянского населения и традиции свадьбы славянского населения европейской части России [1, с. 138–166; 2, с. 72–73]. При анализе сибирской свадьбы использовались данные опроса, проведенного авторами в ходе архитектурно-этнографической экспедиции по Мариинскому и Чебулинскому районам Кемеровской области в 2018–2019 гг.

### **Результаты исследования**

При организации пространства жилища у славян, наравне с функциональными, конструктивными и иными материальными задачами, большое значение имела духовная составляющая как неотъемлемая часть культурного быта, что проявилось в том числе в ходе свадебного обряда как одного из знаковых в социуме. В нем весьма важную роль, помимо самих участников, играла семантика среды. При анализе элементов усадьбы в целом можно выделить ряд элементов планировочной структуры, принимающих участие в свадебном обряде.

Одним из таких элементов является баня. Согласно исследованиям А.К. Байбурина [1, с. 72–73], в традиции славян баня имела ключевое значение в серии операций, направленных на преобразование невесты. Данная черта характерна как для восточнославянских традиций, так и для северославянских. В ходе ритуала омовения невесты ее подружками, включающего заговоры, песни и прочие элементы обряда, баня выступала в роли

места перерождения, «оживления» и проходящей обряд инициации невесты, которая символически умирает в ходе ритуала расплетения косы. Следовательно, баню можно считать именно местом «собираания», рождения и исцеления нового человека. Следует отметить, что на территории Западной Сибири в период до 1920-х годов баня выносилась за пределы территории двора, т.е. с точки зрения семантики «разложенная, умершая» невеста покидала свой мир в привычных его границах, и «новый, обновленный» человек приходил извне, из внешнего мира.

Важное значение также имеют хозяйственные постройки, такие как чулан, хлев, клеть, т.е. помещения, связанные с «наполнением» жилища пищей, что, несомненно, указывает на идею плодородия. Однако, не отвергая данного факта, А.К. Байбурин выдвигает гипотезу о том, что комплекс построек данного назначения является своего рода «границей» культурного и природного миров, т.е. неким связующим звеном [2, с. 84].

Основным элементом в свадебном обряде был дом, при этом на него с позиции семантики накладывалось большое количество функций. Одна из главных семантических функций дома – обозначение границ «культурного» мира, мира своего обитания [1, с. 134]. При этом двери и окна играли важную роль «регламентированных» путей нарушения этих границ. Регламентированность определялась посредством довольно-таки сложной традиции преодоления дверного порога [1, с. 134–136]. Поезду жениха устраивались различные препятствия в виде, например, загадок, для его испытания. При этом в целом вход жениха в дом невесты характеризуется как нападение, взлом, что, в свою очередь, устанавливает четкую взаимосвязь с генитальной символикой и ассоциативным сравнением человеческого тела и дома.

Следующей семантической границей являлась матица. При сватовстве сваты садились под матицу, т.е. оказывались на внутренней границе жилища, акцентируя свое внимание именно на нахождении на этой границе. Например, в великорусских свадебных обрядах сваха указывала взглядом на матицу, давая понять цель своего визита [1, с. 145]. Также под матицей проис-

ходит большая часть обрядов, не связанных с сидением за столом. Таким образом, матицу как объект свадебного обряда можно охарактеризовать как границу между частным внутренним пространством, полностью своим миром и миром допустимого, регламентированного контакта с внешним миром на своей территории.

Взаимосвязанными элементами были бабий кут с печью (как целиком, так и его часть) и красный угол. С позиции семантики красный угол занимает более высокое место в иерархии, является самым почетным местом в доме, и местонахождение молодых в свадебном обряде в красном углу подчеркивает их высокий статус на момент обряда. При этом свой путь в доме жениха в рамках свадебного обряда проходит по циклу: вход – печь (смотрение заслонки) – бабий кут – красный угол [1], т.е. в рамках свадебного обряда посредством семантики планировочной структуры жилища невеста меняет свой статус в доме жениха от чужого до главного (после жениха) объекта свадебного ритуала.

При анализе сибирской свадьбы необходимо учитывать тот факт, что свадебный обряд на исследуемой территории мог иметь черты и северославянских, и восточнославянских традиций [4].

В структуре сибирской свадьбы также можно выделить ряд знаковых архитектурных элементов. Информация об обрядах, использовании архитектурных элементов в местных традициях и особенностях их использования была получена в ходе интервью со старожилами сельских поселений Кемеровской области в ходе архитектурно-этнографической экспедиции. Приведенные ниже данные являются результатами интервьюирования респондентов.

Первым знаковым архитектурным элементом был порог. В с. Таежно-Михайловка Мариинского района сваты стояли на пороге дома до момента согласия на брак (М.К. Кузнецова (Старовойтова), 1935 г. р.), аналогичная традиция наблюдалась в с. Знаменка (А.Е. Синиченко, 1937 г. р.) и в с. Усть-Серта (Г.Л. Павлова, 1927 г. р.). Следовательно, семантические значе-

ния порога как границы культурного, освоенного пространства присваивались и на территории исследуемого региона.

Другим архитектурным элементом крестьянского жилища Притомья, задействованным в традициях свадьбы, являлась загнетка – площадка в конструкции русской печи для сбора и хранения горячих углей. В традициях д. Николаевки Чебулинского района было характерно устраивать «смотрины» загнетки, в процессе которых невесту приглашали в дом жениха для осмотра печи (В.М. Лукина, 1939 г. р.). Назначение такого обряда – смотр, определение будущего жилища женщины. Аналогичный обряд был записан в с. Усть-Серта Мариинского района (А.С. Редикова, 1922 г. р.). Следовательно, пространство печи на территории Притомья имело то же значение, что и в исходном регионе проживания.

Следующим знаковым элементом в традициях свадьбы Притомья были ворота. В с. Таежно-Михайловка Мариинского района в процессе выкупа невесты ворота перекрывались бревном, жених должен был перескочить это бревно на коне (Е.Т. Каличкина, 1939 г. р.). Аналог такой традиции наблюдался и в с. Белогородка Мариинского района (Е.И. Супрун, 1939 г. р.). Следовательно, ворота понимались как элемент границы культурного мира, необходимого для защиты от мира внешнего.

### **Заключение**

В ходе проведенного анализа было выявлено, что большинство используемых архитектурных элементов в традициях свадьбы Притомья использовались так же, как и в традициях региона исходного проживания, поэтому семантическая система материнских культур была сохранена.

### **Список литературы**

1. *Байбурин, А. К.* Жилище в обрядах и представлениях славян. – Ленинград : Наука, 1983. – 191 с.
2. *Байбурин, А. К.* Ритуал в традиционной культуре. Структурно-семантический анализ восточнославянских обрядов. – Ленинград : Наука, 1993. – 237 с.

3. *Майничева, А. Ю.* Архитектурно-строительные традиции крестьянства северной части Верхнего Приобья: проблемы эволюции и контактов (середина XIX – начало XX в.) = Architectural traditions of the peasantry living in the northern part of the upper on region problems of evolution and contacts (the middle of the 19th-thebeginning of the 20th century). – Новосибирск : Изд-во Ин-та археологии и этнографии СО РАН, 2002. – 143 с.
4. *Рублева, А. А.* Традиционная свадьба старожилов и переселенцев Среднего Притомья: проблема этнокультурных взаимовлияний // МНСК-2020 : материалы 58-й Междунар. науч. студ. конф., 10–13 апр. 2020 г. [Секция] Этнография. – Новосибирск : Новосиб. нац. исслед. гос. ун-т, 2020. – С. 21–22.

## **Архитектура и реконструкция городской среды**

doi 10.32683/978-5-7795-0932-9-2021-62-67

УДК 372.8

### **ФОРМИРОВАНИЕ ОБЪЕМНО-ПРОСТРАНСТВЕННОГО МЫШЛЕНИЯ В ТВОРЧЕСКОЙ РАБОТЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**Н.А. Ануфриева**, советник РААСН, доцент кафедры АРГС, преподаватель отделения архитектуры, член Союза архитекторов России (НГАСУ (Сибстрин), Новосибирск; Детская художественная школа р. п. Краснообск)

В статье рассматриваются особенности образовательной программы ДХШ в р. п. Краснообске, направленной на формирование объемно-пространственного мышления, основная задача которой – подготовка обучающихся к поступлению в вуз на направление подготовки «Архитектура».

Ключевые слова: изобразительная грамотность, элементы пространства, объемно-пространственное мышление

Формирование объемно-пространственного мышления – важная задача обучения в системе дополнительного предпрофессионального образования при подготовке обучающихся к поступлению в вуз на направление «Архитектура». Необходимая качественная составляющая в творческой работе обучающихся возникает при постоянном повышении навыков мастерства в графике, композиции, рисунке и т.д. Для решения этой задачи ДХШ вводят в процесс обучения авторские программы, адаптированные к федеральным государственным требованиям, которые включают множество разнообразных предметов [1].

Основными предметами дополнительной предпрофессиональной общеобразовательной программы в области архитектурного искусства на базе детской художественной школы (далее – ДХШ) р. п. Краснообска являются «Архитектурно-художественное проектирование» и «Архитектурно-художественное моделирование».

жественное проектирование» [2], «Изобразительная грамотность. Художественные материалы и технологии» и «Компьютерное композиционное моделирование». Особенности построения учебного процесса и методика преподавания усложняются с каждым годом обучения. Курс обучения рассчитан на пять лет.

«Архитектурно-художественное проектирование» в образовательном процессе ДХШ – самый сложный предмет, его изучение проходит в несколько этапов (рассматриваются такие понятия, как идея, концепция, зонирование, формообразование и т.д.). Знакомство с архитектурно-художественным проектированием начинается с передачи на бумаге простых элементов пространства. Сначала постепенно формируются основы изобразительной грамотности, затем происходит переход на более высокий уровень передачи пространственной организации.

Первой задачей при знакомстве ребенка с элементами пространства является изучение плоских элементов и основ работы с ними – различные типы линий, плоские геометрические фигуры и более сложные формы плоскостей в изображении окружающего нас пространства. Так происходит формирование начальных знаний в области архитектурного искусства. Изучается своего рода «геометрическая азбука» – разбиение сложных элементов пространства на простые детали. Это позволяет ученикам понять структуру сложных плоскостей и общую организацию творческого процесса (рис. 1, 2).

Основы изобразительной грамотности включают знакомство с палитрой различных графических приемов (рис. 3, 4). Последовательность заданий выстроена с учетом возрастных особенностей детей.

Формирование объемно-пространственного мышления ребенка – процесс достаточно длительный, в его основе лежат постепенное изучение формообразования, пространственной организации, композиционных приемов и стилистических особенностей архитектурно-художественного проектирования, исследование его составляющих, знакомство со способами, алгоритмами, методиками и методами создания архитектурных объектов.





Рис. 1. Творческие работы обучающихся в возрасте 7–8 лет на тему «Образ высотного здания»



Рис. 2. Творческие работы обучающихся в возрасте 11 лет на тему «Увлекательная геометрия»

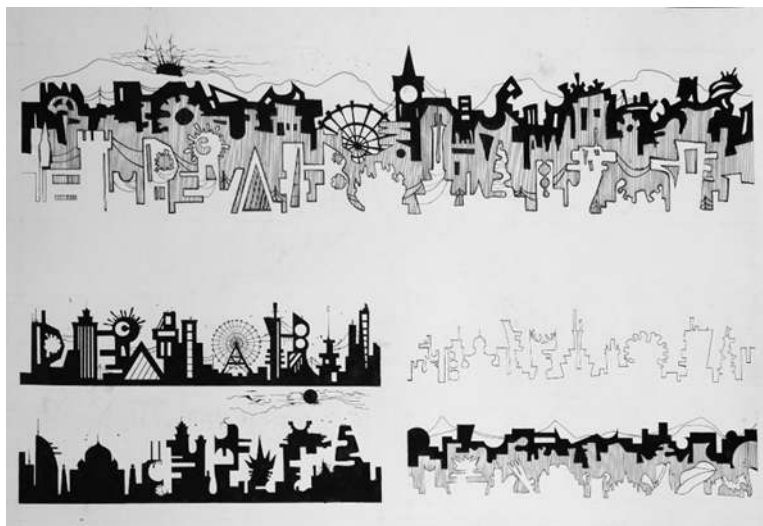


Рис. 3. Творческая работа обучающегося в возрасте 15 лет на тему «Силуэты города»



Рис. 4. Творческая работа обучающегося в возрасте 13 лет на тему «Лабиринт»

К основам изучения построения пространства можно отнести предмет «Компьютерное композиционное моделирование», основная задача которого – изучение основ информационного моделирования пространства, основных программ 3D-моделирования [3] (рис. 5).



Рис. 5. Творческая работа обучающегося в возрасте 12 лет на тему «Моделирование на основе стержневых элементов» (арт-объект «Смотровая площадка»)

Таким образом, структура образовательного процесса дополнительной предпрофессиональной программы «Архитектура» достаточно сложна, она предполагает изучение разных предметов. Развитие объемно-пространственного мышления ребенка происходит постепенно и является многоуровневой задачей. Объект проектирования постепенно усложняется – от простых геометрических фигур и шрифтов до сложных комплексов. Апробация программы «Архитектура» происходила на базе ДХШ в р. п. Краснообске. В 2021 году состоялись первый выпуск и защита итоговых выпускных работ. Полученные результаты показали эффективность программы обучения.

### Список литературы

1. *Левин, И. Л.* Парадигмальный анализ развития школ высшего архитектурно-художественного образования. – Текст : электронный // Интернет-журнал «Науковедение». – Т. 7, № 4 (июль – август 2015 г.). – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24312505> (дата обращения: 13.09.2021).
2. *Ануфриева, Н. А.* Архитектурно-художественное проектирование: апробация предмета в детской художественной школе. – Текст : электронный // Баландинские чтения. – 2019. – Т. XIV. – С. 538–542. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41378369> (дата обращения: 13.09.2021).
3. *Кобер, О. И., Самтаров, Д. Н.* Проблемы архитектурного образования: художественное творчество при компьютерном проектировании // Молодой ученый. – 2017. – № 21 (155). – С. 135–137.

## **СИСТЕМА ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ КРУПНЫХ АРХИТЕКТУРНЫХ ОБЪЕКТОВ**

**Н.А. Ануфриева**, советник РААСН, доцент кафедры АРГС,  
преподаватель отделения архитектуры, член Союза архитекторов России  
**(НГАСУ (Сибстрин), Новосибирск;  
Детская художественная школа р. п. Краснообск),  
Д.Ф. Бунтовский**, студент  
**(НГАСУ (Сибстрин), Новосибирск)**

В статье анализируется проблема необходимости создания информационной модели для крупных объектов при решении проектных или научных задач, рассматриваются внедрение информационных технологий в систему проектного и научного анализа, построение информационных моделей, предпосылки создания программного обеспечения для обработки научной информации крупных архитектурных комплексов.

Ключевые слова: информационное моделирование, параметрическое моделирование, архитектура

Современные передовые технологии строительства и производства строительных материалов и конструкций, а также методы проектирования демонстрируют возможности информационного моделирования. Разработка информационной модели требуется в случае комплексной организации архитектурного объекта, и крупные объекты не являются исключением.

Для оптимального решения задачи проектирования крупных объектов строительства в первую очередь требуется изучение планировочной структуры комплекса путем построения инфраструктурной модели с последующим проектированием (разработкой, детализацией) [1, 2].

Информационная модель крупного архитектурного объекта – это научная или проектная архитектурно-планировочная модель, отражающая устойчивое развитие особых признаков формирования архитектурного комплекса определенного типа (выделение его в системе других) [3].

При формировании научной информационной модели дифференцируется необходимая инфраструктура, создается система признаков для каждого объекта в отдельности, структурируются взаимосвязи и т.д., основной особенностью является изучение объекта строительства для полноценного проектирования.

При формировании проектной информационной модели создается система как совокупность взаимосвязанных сведений, документов и материалов об объекте, происходит визуализация объекта через программные комплексы, структурируются взаимосвязи и т.д., основной особенностью является этап проектирования, необходимый для строительства.

Под информационным моделированием научных разработок в области архитектуры понимается:

- 1) система научных разработок, особенности научного моделирования, основные параметры и алгоритмы, которые необходимо изучать при научном моделировании объектов архитектуры;
- 2) программные комплексы для изучения архитектурных систем;
- 3) мониторинг объектов и способы его научного анализа.

В научных разработках может быть произведен анализ как существующих, так и новых объектов архитектуры и строительства, выполнен поиск решений и способов организации архитектурного пространства.

Предполагаемые научные разработки в области архитектуры крупных объектов необходимы в первую очередь для понимания пространственной организации комплексов, соотношения функций, технологической организации и в целом системы построения объекта научного моделирования с целью разноуровневого анализа объектов строительства.

Информационные модели объектов – это прежде всего данные, описывающие целевую систему (проектные данные). А сами информационные модели описываются главным образом в терминах моделей этих данных (справочных данных) [4].

Модели данных информационных моделей состоят из трех уровней: архитектурном, концептуальном, прикладном.

Основным понятием при проектировании и изучении крупного объекта строительства, например комплекса промышленного назначения площадью 50 га, является инфраструктура. Под ней в цифровой модели понимается целый ряд параметров, от-

вечающих за комплексное определение функциональных взаимосвязей, необходимость организации коммуникативных пространств, благоустройство и инженерные коммуникации. Назначение комплексов может быть общественным, жилым или производственным. При решении любой проектной задачи требуется системный подход к базам данных, содержащихся в моделях. Основная задача – определить систему данных и уровни взаимосвязи между ними (параметрические взаимосвязи).

В настоящее время существует программное обеспечение в области проектирования объектов, в основном на основе единичных зданий. Но оно отсутствует при комплексном решении крупных объектов строительства. Система построения данных приспособлена только для проектирования одного объекта внутри комплекса. Таким образом, существует настоятельная потребность в разработке соответствующих программ.

К архитектурно-градостроительному анализу территории в предпроектных работах необходимо подходить не формально, а творчески, учитывать композиционные решения, роль инфраструктуры и требования к ней. Комплексное программное обеспечение по созданию информационной модели крупных объектов должен включать аналитический блок обработки данных о застройке, ее типологии и инфраструктурном развитии территории.

### **Список литературы**

1. *Ануфриева, Н. А.* Инфраструктурная организация приграничных автомобильных постов // Известия вузов. Строительство. – 2018. – № 6. – С. 72–85.
2. *Бабенко, С. В.* Проблемы и перспективы реализации концепции комплексного освоения территорий в крупных городах России // Журнал правовых и экономических исследований. – 2013. – № 2. – С. 137–147.
3. *Беглер, А. М.* Информационная модель результатов научного исследования // Онтология проектирования. – 2017. – Т. 7, № 2 (24). – С. 160–171.
4. *Каган, П. Б., Гудков, П. К.* Информационное моделирование зданий и традиционное проектирование с применением САПР // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова : научно-теоретический журнал. – 2017. – № 9. – С. 164–168.

## **ЗНАЧЕНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ В ФОРМИРОВАНИИ ОБЪЕМНО- ПРОСТРАНСТВЕННОГО МЫШЛЕНИЯ**

**С.Н. Гучкова**, ст. преподаватель  
**(НГАСУ (Сибстрин), Новосибирск)**

В статье проанализирована взаимосвязь между развитием графических представлений, дающих четкий художественно-графический образ архитектурной идеи, и формированием объемно-пространственного мышления. Представлены результаты педагогического эксперимента, определены методы обучения, призванные стимулировать развитие объемно-пространственного мышления.

Ключевые слова: объемно-пространственное мышление, графические представления, художественно-графический образ архитектурной идеи, изобразительная деятельность, двигательная память, критерии оценки

Актуальность исследования обусловлена модернизацией образовательной системы в России, результатом которой стали не только положительные изменения, но и проблемы, требующие решения. Поиск более эффективных методов преподавания и новых подходов в разработке методических рекомендаций и их совершенствовании диктуются задачами, поставленными Федеральным законом Российской Федерации № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [1].

Особенно следует обратить внимание на творческие специальности высшей школы. Так, для архитектурных школ началом значимых перемен в понимании сущности профессии и содержания профессиональных задач стало появление компьютера в проектной деятельности студентов. Значение развития графических представлений и их влияние на формирование объемно-пространственного мышления у студентов как основы формирования художественно-графического образа архитектурной идеи уходит на второй план.



Цель исследования состоит в научно-теоретическом обосновании, разработке и экспериментальной проверке значения графических представлений, влияющих на формирование объемно-пространственного мышления при создании художественно-графического образа архитектурной идеи у студентов архитектурных направлений.

Задачи исследования:

- выявить психолого-педагогические особенности развития графических представлений в изобразительной деятельности;
- разработать основные критерии оценки сформированности у студентов графических представлений, влияющих на формирование объемно-пространственного мышления;
- выявить взаимосвязь между развитием графических представлений в изобразительной деятельности и формированием объемно-пространственного мышления;
- определить эффективные методы преподавания изобразительной деятельности у студентов архитектурного направления.

Для достижения цели были применены следующие методы исследования:

- анализ научной психолого-педагогической, учебно-методической литературы по проблеме исследования;
- наблюдение за познавательной, репродуктивной и продуктивной деятельностью студентов на занятиях по рисунку;
- анализ учебных и учебно-творческих работ студентов по рисунку;
- педагогический эксперимент и обработка полученных данных с последующим обобщением результатов опытно-экспериментальной работы.

Мы опираемся на фундаментальные исследования в области психологии, воображения, памяти и мышления А.Н. Леонтьева, который дал следующее определение мышления: «Мышление – процесс сознательного отражения действительности в таких ее объективных свойствах, связях и отношениях, в которые

включаются и недоступные непосредственному чувственному восприятию объекты» [2, с. 52]. За основу также взяты педагогические теории деятельности С.Л. Рубинштейна, утверждавшего, что для словесно-логического мышления характерно использование понятий, логических конструкций. Благодаря словесно-логическому мышлению человек может устанавливать наиболее общие закономерности, предвидеть развитие процессов в природе и обществе, обобщать различный наглядный материал [3].

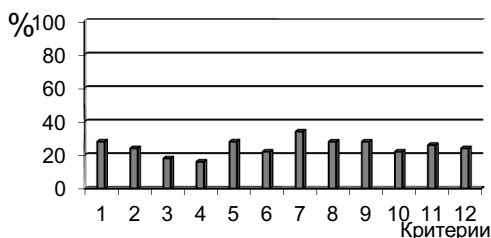
В ходе педагогического эксперимента на занятиях по рисунку при выполнении специально разработанной системы заданий, предназначенных для наблюдения за познавательной, репродуктивной и продуктивной деятельностью обучающихся, были проанализированы творческие работы 50 студентов направления подготовки «Архитектура» НГАСУ (Сибстрин). Результаты педагогического эксперимента представлены в таблице:

Номер	Критерии	Количество правильно выполненных работ	Доля правильно выполненных работ, %
	<b>I. Целостное композиционное графическое и живописное представление</b>		
1	Выделение композиционного центра	14	28
2	Выбор оптимального формата и масштаба изображения	12	24
3	Оригинальность и новизна композиционно-пластического решения	9	18
4	Самостоятельность в воплощении композиционного решения	8	16
	<b>II. Объемно-пространственное графическое представление</b>		
5	Целостное видение сложившегося художественно-графического образа в графическом материале	14	28
6	Выразительность и гармоничность художественно-графического образа	11	22
7	Сознательная и грамотная практическая реализация художественного замысла в конкретном графическом материале	17	34
8	Завершенность художественно-графического образа в работе	16	28

## Окончание таблицы

Номер	Критерии	Количество правильно выполненных работ	Доля правильно выполненных работ, %
	<b>III. Владение техникой и материалами рисунка</b>		
9	Владение выразительными свойствами линий, штриха и пятна	14	28
10	Владение выразительными свойствами материалов	11	22
11	Передача фактуры материальности	13	26
12	Владение культурой техники рисунка	12	24

Результаты сформированности графических представлений в изобразительной деятельности, представленные на диаграмме, оказались на достаточно низком уровне:



Исходя из разработанных критериев оценки и проведенного эксперимента были выделены основные актуальные проблемы: недостаточное развитие познавательных психических процессов, в том числе и воображения, соответствующих этапам мыслительного процесса; отсутствие последовательности реализации графического представления в материале на основе имеющихся умений и навыков в определенной технике изобразительного искусства; отсутствие мотивации у студентов получать профессиональные знания, умения и навыки; низкий уровень творческой самостоятельности и активности приобретения необходимых знаний, умений и навыков.

Таким образом, для успешного формирования объемно-пространственного мышления необходимы достаточно развитые графические представления: гармоничное взаимодействие чувственных, логических, познавательных психических процессов, воображения, а также двигательной и образной памяти; владение графическими навыками; знание научно-теоретических основ предмета; знания о последовательности реализации изобразительного замысла в материале на основе имеющихся умений и навыков изобразительной деятельности.

Для решения проблем были определены методы обучения изобразительной деятельности, при которых эффективность формирования объемно-пространственного мышления средствами графических представлений заметно повысится, если: 1) последовательно формировать представление изобразительного замысла в конкретном графическом материале; 2) применять педагогические условия, стимулирующие процесс формирования и развития графических представлений у студентов; 3) использовать критерии оценки сформированности графических представлений, учитывающие конкретные показатели сформированных умений и навыков в изобразительной деятельности; 4) применять разработанную систему заданий, нацеленную на развитие графических представлений у студентов.

### **Список литературы**

1. *Об образовании* в Российской Федерации : федеральный закон РФ от 29.12.2012 № 273-ФЗ : ред. от 24.03.2021. – Текст : электронный // Законы Российской Федерации : веб-сайт. – URL: <https://zakon.ru/laws/federalnyy-zakon-ot-29.12.2012-n-273-fz/?yclid=1754462101478602664> (дата обращения: 06.03.2021).
2. *Леонтьев, А. Н.* Деятельность. Сознание. Личность. – Москва : Наука, 1977. – 304 с.
3. *Рубинштейн, С. Л.* Основы общей психологии / отв. ред. Е. В. Шорохов. – Москва : Просвещение, 1976. – 416 с.

## **ФОРМИРОВАНИЕ ПОРТФОЛИО ОБУЧАЮЩИХСЯ В ШКОЛЕ АРХИТЕКТУРНОГО РАЗВИТИЯ (ШАР)**

**З.В. Жилкина**, канд. архитектуры, ст. преподаватель  
**(Школа архитектурного развития (ШАР), Москва)**

Выявляется роль портфолио в самоконтроле при оценке эффективности освоения раздела «Архитектурный рисунок» учебной программы Школы архитектурного развития (ШАР). Описываются этапы и особенности составления личных и совместных портфолио. Выявлены преимущества ведения дополнительной самостоятельной работы учеником и преподавателем на пленэре с дальнейшим представлением результатов творческому сообществу.

Ключевые слова: портфолио, пленэр, саморефлексия

Систематическую фиксацию учебных заданий в виде альбома работ и кратких комментариев к ним – дневник профессионального продвижения учащегося – мы называем портфолио. В системе дополнительного образования наличие дневника в обычном режиме носит рекомендательный характер. В условиях удаленной работы его роль становится более важной: он приобретает дополнительную функцию средства прямого обмена информацией. В Школе архитектурного развития мы пользуемся им, применяя компьютерные программы создания презентаций. Таким образом, полученные результаты являются своеобразным видом контроля за освоением учебной программы, а при вынужденных перерывах в очных занятиях педагоги имеют возможность выявить пробелы и попытаться заочно их восполнить.

Портфолио составляется доступными для учеников средствами, например, при помощи программы Power Point, когда презентации сохраняются в формате pdf.

Методика составления портфолио:

1. Сохранить учебные рисунки и сфотографировать макеты (рис. 1). Ученики используют цифровые технологии, визуализируют информацию, тем самым занимаются саморефлексией, которая является одним из важных этапов выполнения задания. Детей, которые только начинают обучение, мы знакомим с возможностями проведения саморефлексии на основе цифровых технологий. Поскольку им сначала трудно разобраться в сути дисциплин и последовательности выполнения заданий, на сайте ШАР создана рубрика «Галерея работ» [1], где собран архив работ за разные годы. Там хранится информация по всем разделам общей непрерывной программы «30 шагов к профессии» [2].



Рис. 1. Коллаж из рисунков, выполненных участниками творческой группы (тонирующая бумага), 2020 г.

2. Разместить фото учебных работ в соответствии с хронологией выполнения заданий. Например, если по теоретическому курсу «История архитектуры» 6-го уровня изучается курс «Готика», то дают задание сделать зарисовку аркбутаны или других архитектурных элементов, характерных для этого стиля. Или, например, если на лекции рассказывают о классицизме, то ученики рисуют ордера. При изучении курса «Перцептуальный ри-

сунок» обучающийся моделирует на листе бумаги средствами архитектурного рисунка новый порядок в интерьере или в пейзаже города, который ощущается благодаря скрытому присутствию готической или классической математически продуманной модели пространства (рис. 2–4).



Рис. 2. Цветы в духе средневековых готических орнаментов (пластилин), 2020 г.



Рис. 3. Геометрическая основа древнеегипетского и дорического ордеров (бумага, пастель, графитный карандаш), 2020 г.

Рис. 4. Фрагмент стены Колизея в Риме (бумага, карандаш), 2020 г.

3. Подписать рисунок, указав:
- название работы;
  - дату создания;

- материал (бумага, клей, пастель, акварель и т.д.) и способ его использования;
- участие работы в конкурсе или размещение на школьном сайте.

4. Написать сопроводительный текст, поясняющий особенности рисунка. Он может быть как самостоятельно написан учеником, так и взят из конспекта или учебника, книги по мировой художественной культуре.

Мы имеем возможность сравнивать работы, причем не за один год, и выбирать из них наиболее соответствующие требованиям конкурсов и выставок и их теме (например, охрана природы, охрана исторического наследия и т.п.) (рис. 5).



Рис. 5. Пленэр в Москве: *а* – ферма на ВДНХ; *б* – дворец в Коломенском (рук. В.Ю. Маркина)

Существенным фактором развития творческой солидарности в коллективе профессионалов является совместное портфолио [3], когда самими педагогами-архитекторами вместе с учащимися, особенно сделанных во время ежегодных зимних и летних пленэров, проводимых в Москве [4], ведется поиск способов отображения разных архитектурных явлений (рис. 6).

Таким образом, формат портфолио позволяет преподавателям нашей школы настраивать учеников на самостоятельную работу, мотивировать их к саморазвитию и проводить систематический контроль результатов обучения.





Рис. 6. Совместное портфолио по пленэру 2020 г.  
(В.Ю. Маркина, З.В. Жилкина и ученики)

### Список литературы

1. *Галерея работ учащихся ШАР.* – Текст : электронный // Школа архитектурного развития : веб-сайт. – URL: [shar-shar.ru/gallery/main.php](http://shar-shar.ru/gallery/main.php) (дата обращения: 17.04.2021).
2. *Ашмарина, И. Н., Жилкина, З. В.* Рисунок геометрии пространства : учеб. пособие. – Москва, 2014. – 78 с. – (Серия : 30 шагов к архитектурной профессии).
3. *Жилкина, З. В., Маркина, В. Ю., Малыгин, С. Е.* Архитектурный рисунок поколений : совместный рисунок учащихся и родителей. – Москва, 2015. – 780 с.
4. *Макарова, М. Н.* Пленэрная практика и перспектива : пособие для художественных учебных заведений. – Москва : Академический проект, 2014. – 249 с.

## **ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВЕННЫХ ПРОСТРАНСТВ В КРУПНЫХ ГОРОДАХ СИБИРИ**

**Е.В. Кетова**, канд. архитектуры, доцент,

**О.А. Голубева**, ст. преподаватель

**(НГАСУ (Сибстрин), Новосибирск)**

В статье описаны этапы развития общественных пространств, основные закономерности развития планировочной структуры крупных городов Сибири и факторы формирования общественных пространств.

Ключевые слова: общественные пространства города, пространственно-планировочная структура, комфортная городская среда

Приступая к рассмотрению факторов формирования общественных пространств крупных городов Сибири, выявим основные закономерности развития в планировочной структуре городов.

К крупным городам Сибири относятся Новосибирск, Омск, Красноярск – так называемые города-миллионники, а также Барнаул, Тюмень и Иркутск. Рассматриваемые города формируются и развиваются вдоль водных артерий, имеют двухчастную пространственно-планировочную структуру развития с разделением на правобережную и левобережную части, которые представляют собой сложную систему взаимосвязанных центров (рис. 1).

Можно выделить несколько этапов формирования структуры каждого города. На первом этапе (1960–1970 гг.) крупные городские общественные пространства не воспринимаются как самостоятельные элементы городской среды, а проектируются как дополнение к общественным зданиям. Они носят утилитарный характер. В центральной части крупных городов Сибири появляются единичные, локальные образования, в частности в организации общественных пешеходных зон, небольших скверов, парков [1].

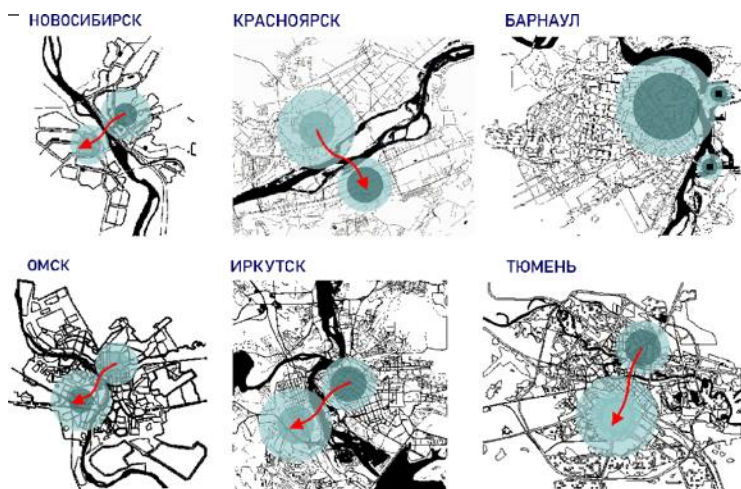


Рис. 1. Закономерности развития планировочной структуры крупных городов Сибири

Второй этап (1980–1990 гг.) – развитие и преобразование как планировочной структуры крупных городов Сибири, так и общественных пространств. Преобразование проявляется за счет появления новых функциональных объектов городского центра. Данный этап связан с ростом городов, в основе которого лежал рыночный процесс. Этот рост носил восстановительный характер. Он характеризовался появлением новых объектов городского центра, подцентров, образованием новых общественных пространств. Тем самым произошло территориальное расширение границ городского центра [2]. Территории, расположенные ближе к центру, скверы, парки районного и городского значения восстановили. Произошло рассредоточение общественных пространств в структуре крупных городов Сибири.

Третий этап (2000–2017 гг.) характеризуется трансформацией городов Сибири, их ростом и развитием, строительством новых жилых микрорайонов. Это в первую очередь связано с увеличением численности населения, происходящим в результате миграции, а также, безусловно, роста рождаемости. Таким образом, создание комфортной городской среды крупных горо-

дов Сибири являлось приоритетным в развитии общественных пространств городской среды. Происходило развитие локальных общественных пространств.

Четвертый этап (с 2018 г.) характеризуется преобразованием и развитием объемно-пространственной структуры на основе современных тенденций проектирования общественных пространств. Происходит некая децентрализация общественных пространств, распространение их не только в центральной части города, но и на территориях, удаленных от общегородского центра, в жилых районах и на периферийных территориях городов. Таким образом, развитие общественных пространств в крупных городах Сибири приобретает функционально-пульсирующий характер (рис. 2).

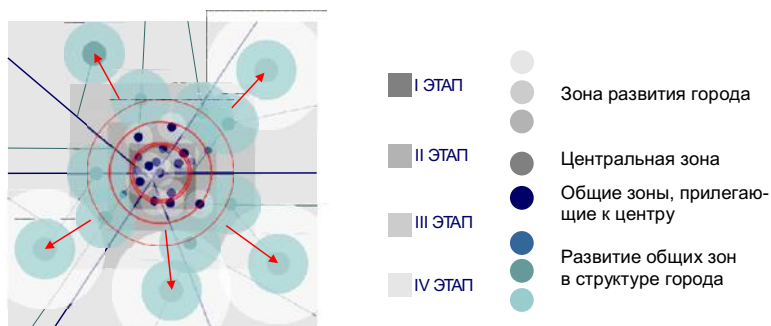


Рис. 2. Этапы формирования общественных пространств крупных городов Сибири

Компактный город в процессе образования новых общественных пространств постепенно преобразуется в единую упорядоченную структуру городской среды с узлами и связями и далее пытается вновь освоить территориальные границы города. Соответственно, следующим этапом в развитии городской среды будет укрепление структуры и коммуникационной связи общественных пространств как в историческом центре, так и за его пределами [3] (рис. 3).

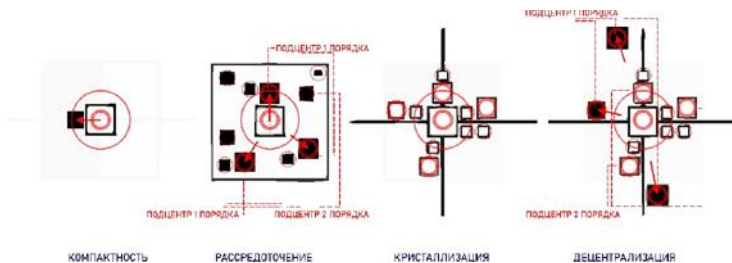


Рис. 3. Этапы развития общественных пространств крупных городов Сибири

Рассмотрев этапы развития и закономерности размещения общественных пространств в структуре городов, выделим основные факторы формирования общественных пространств.

*Ландшафтно-средовой фактор* в первую очередь проявляется в функциональной и композиционной взаимосвязи общественных пространств крупных городов Сибири с их компонентами природного ландшафта, что находит свое выражение во взаимодействии внутригородской и внешней по отношению к городу систем архитектурных и природно-ландшафтных пространств общественного значения.

*Фактор гармонизации* проявляется в композиционной организации общественных пространств с учетом создания системы архитектурных и архитектурно-ландшафтных ансамблей крупных городов Сибири, формировании индивидуальных архитектурно-художественных образов.

*Факторы структуризации и оптимизации* предполагают формирование общественных пространств в крупных городах Сибири, социальной, производственной, рекреационно-ландшафтной, транспортной и историко-культурной инфраструктуры, выделение каркаса общественных пространств (пространств с повышенной функциональной активностью населения) [4]. Эти факторы учитываются при разработке генеральных планов с каркасом общественно-пространственной инфраструктуры. Для их реализации необходимо законодательное включение пространства в объект проектирования, а также организация общественных пространств на основе показателей их формиро-

вания и развития с учетом индивидуальных особенностей города, стратегических планов и программ.

*Преимственность* рассматривается как фактор развития ценных градостроительных традиций, сохранения и использования историко-культурного наследия в функциональной и композиционной организации общественных пространств крупных городов Сибири.

*Архитектурно-градостроительный фактор* предполагает разработку концептуально-художественного замысла и стилистических решений композиционной организации общественных пространств и города в целом: это условие улучшения его эстетических качеств и повышения инвестиционной привлекательности.

В настоящее время в развитии и формировании общественных пространств крупных городов Сибири на уровне генеральных планов наблюдается стремительный рост территориального планирования. Внедрение эффективной системы формирования общественных пространств – один из главных ресурсов развития современного города. В ближайшие годы в крупных сибирских городах можно будет увидеть общественные пространства, созданные с применением инновационного подхода к проектированию, и это поможет улучшить условия жизни населения.

### **Список литературы**

1. *Чернозипунникова, В. А.* Этапы развития общественных пространств в России с 1960-х гг. до начала XXI в. // Ноэма (Архитектура. Урбанистика. Искусство). – 2019. – № 2 (2). – С. 91–97.
2. *Потапов, А. Е.* Историческая периодизация развития общественных пространств многоцелевого использования // Вестник ТГАСУ. – 2014. – № 1. – С. 47–54.
3. *Козлов, Л. В.* Трансформация общественных пространств в структуре города Иркутска // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. – 2015. – № 4 (15). – С. 202–208.
4. *Колясников, В. А., Мацкова, М. В.* Принципы проектирования общественных пространств в генеральных планах городов России // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. – 2014. – № 3. – С. 18–22.

## **РОЛЬ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ В ПОВЫШЕНИИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ МАЛОЭТАЖНОГО ЖИЛЬЯ**

**Е.В. Кетова**, канд. архитектуры, доцент,

**В.В. Кутузов**, магистрант

**(НГАСУ (Сибстрин), Новосибирск)**

Одним из основных принципов повышения энергоэффективности малоэтажного жилья является ресурсосбережение. В данной работе описаны методы и технологии, способствующие снижению энергоресурсоемкости в строительстве, приведены примеры строительных материалов, обладающих высокими теплоизоляционными свойствами. Перечислены принципы ресурсосбережения, которые необходимо учитывать на всех стадиях жизненного цикла зданий. Выбор мер по ресурсосбережению должен основываться на знаниях архитекторов и конструкторов и способствовать повышению энергоэффективности малоэтажного строительства.

Ключевые слова: ресурсосбережение, энергосбережение, энергоэффективность, малоэтажное жилье, эффективные строительные материалы, полистиролбетон, технология каркасно-панельного строительства, использование вторичных ресурсов, ориентация здания

Понятия «ресурсосбережение» и «энергосбережение» тесно связаны друг с другом, однако термин «энергосбережение» более конкретный и подразумевает реализацию организационных, правовых, технических, технологических, экономических и иных мер, направленных на уменьшение объема используемых энергетических ресурсов при сохранении соответствующего полезного эффекта от их использования (в том числе объема произведенной продукции, выполненных работ, оказанных услуг) [1]. В свою очередь, «ресурсосбережение» является более общим термином и означает организационную, экономическую, техническую, научную, практическую и информационную деятельность, методы, процессы, комплекс организационно-технических мер и мероприятий, сопровождающих все стадии жизненно-

го цикла объектов и направленных на рациональное использование и экономное расходование ресурсов (рис. 1) [2].

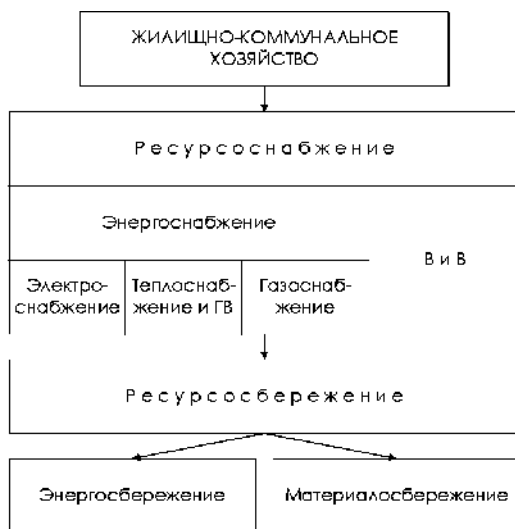


Рис. 1. Структура ЖКХ и систем ресурсоснабжения и ресурсосбережения: ГВ – горячее водоснабжение; ВиВ – водоснабжение и водоотведение

В силу холодного климата нашей страны, ограниченности энергетических ресурсов и их растущей стоимости, а также роста потребления и увеличения затрат на их добычу, все более востребованным становится применение эффективных систем производства тепловой энергии, методов ее транспортировки с минимальными потерями и технологии экономного расходования. В настоящее время появляется необходимость в снижении потребления энергоресурсов при проектировании, строительстве и эксплуатации зданий и сооружений, которая обусловлена их завышенной энергоресурсоемкостью по сравнению с показателями ведущих стран.

Решением проблемы отопления жилья в России долгое время являлось сооружение массивных ограждающих конструкций с небольшими по площади оконными проемами. Применение



ресурсоэнергосберегающих технологий, а также многослойных конструктивных решений ограждающих систем с использованием эффективных утеплителей привело к снижению удельного веса здания в 2–2,5 раза по отношению к традиционным конструкциям. К тому же энергоэффективность наружных ограждающих конструкций зданий достигается за счет применения не только эффективных утеплителей, но и фасадных систем, включающих комбинированные теплоизоляционные материалы, примером которых могут служить неветилируемые конструкции утепления наружных стен с использованием минераловатных и пенополистирольных плит. Применение многослойной фасадной системы с энергоэффективным утеплителем способствует: 1) снижению энергозатрат на отопление и кондиционирование; 2) увеличению срока эксплуатации, долговечности за счет применяемых эффективных строительных материалов; 3) обеспечению высоких показателей тепло- и звукоизоляции, а также санитарной и пожарной безопасности.

При массовом малоэтажном жилищном строительстве должны быть применены конструкции из местных строительных материалов, древесины. В районах со сложными инженерно-геологическими и природно-климатическими условиями эффективно применение систем из монолитного железобетона на основе оставляемой опалубки из утеплителей с хорошими теплоизоляционными свойствами. Возможным решением в данном случае будет являться применение полистиролбетона. Качество и эффективность этого материала обусловлены технологией производства, которая предполагает смешивание гранул пенопласта, цементного молока и пластификатора, увеличивающего прочностные характеристики бетона. Полистиролбетон является конструкционно-теплоизоляционным и обладает отличными тепло- и звукоизоляционными свойствами за счет гранул и пустот разного размера. Благодаря легкости этого материала, а соответственно и самого здания, отсутствует необходимость в применении массивных конструкций фундаментов и т.п., что ведет к экономии материальных ресурсов производства на строительной площадке (земляные, бетонные и другие виды работ). При

этом материал является долговечным, со сроком эксплуатации более 100 лет, а также экологически чистым.

Введение единой модульной системы, способствующей координации размеров зданий и сооружений, отдельных элементов, конструкций и деталей, создание их типизации, унификации и стандартизации привело к росту экономической эффективности заводского производства, которое зависит от массового изготовления однотипных изделий. В настоящий момент одним из актуальных направлений ресурсо- и энергосбережения является создание нового поколения элементов строительных конструкций массового применения (энергоэффективные ограждающие конструкции, светопрозрачные ограждения), обладающих повышенным уровнем теплозащиты, что в перспективе приведет к снижению стоимости и времени возведения объектов, повышению их качества. Примером может послужить использование канадской каркасно-панельной технологии малоэтажного строительства, суть которой заключается в том, что дома возводятся из готовых элементов – сэндвич-панелей. Преимуществом этой технологии являются относительно небольшая стоимость и короткие сроки строительства, отличные тепло- и звукоизоляционные характеристики здания, экологическая чистота, значительное снижение затрат и ресурсов на устройство фундамента за счет легкости конструкций, а также большое разнообразие архитектурно-планировочных решений [3].

Важнейший резерв ресурсосбережения в строительстве – широкое применение вторичных материальных ресурсов, которые представляют собой отходы производства и потребления. Использование промышленных отходов при изготовлении строительных материалов способствует снижению затрат по сравнению с производством их из природного сырья, приводит к экономии капитальных вложений при строительстве предприятий по добыче и переработке сырья, освобождению площадей земельных участков и снижению степени загрязнения окружающей среды (рис. 2) [4].



Рис. 2. Использование отходов в строительстве

Еще одним важным принципом энерго- и ресурсосбережения является размещение дома в пространстве с учетом солнечной инсоляции, преобладающих ветров, их скорости и направления, существующего ландшафта, географического месторасположения и т.п. Окна большинства жилых помещений должны выходить на южную сторону. Буферные зоны с минимальным количеством небольших по площади окон целесообразно размещать с северной стороны. Благодаря этим мерам можно будет существенно снизить общее энергопотребление здания в процессе эксплуатации [5].

Ветровая и снеговая нагрузки зависят от угла наклона крыши, который определяет площадь и мощность контакта кровли с ветром и снегом. С учетом того, что снеговая масса имеет вертикально направленный вектор силы, а ветровое давление, независимо от направления, – горизонтально направленный, решением является выбор такого угла наклона, который будет сводить к минимуму ветровую и снеговую нагрузки на здание.

В настоящий момент очень высоки требования к энерго- и ресурсосбережению, долговечности, комфортности, архитектурному облику малоэтажного жилья. Необходимы новые подходы к разработке и выбору строительных систем, инженерного оснащения зданий (применение рекуператоров в приточно-вытяжной системе вентиляции, тепловых насосов и т.д.), техно-

логии и монтажу конструкций. Использование в ограждающих конструкциях строительных материалов с высоким сопротивлением теплопередаче является одним из основных факторов экономии тепловой энергии, затрачиваемой на отопление помещений с учетом высоких тепловых потерь в системах теплоснабжения.

Выбор мер по ресурсосбережению в жилищном строительстве должен исходить из знаний архитекторов и конструкторов об энергоэффективных технологиях строительства, а также теплотехнических, конструктивных и стоимостных характеристиках строительных материалов и конструкций. На сегодняшний день рынок в России изобилует энергоэффективными строительными материалами, поэтому их применение должно обосновываться теплотехническими расчетами, проектными конструктивными и объемно-планировочными решениями, повышающими энергосбережение в зданиях.

### Список литературы

1. *Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации* : федеральный закон РФ от 11.11.2009 № 261-ФЗ. – Текст : электронный // Техэксперт. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов.
2. *ГОСТ Р 52104-2003. Ресурсосбережение. Термины и определения* : введ. 2004-07-01. – Текст : электронный // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов.
3. *Семикин, П. В., Должиков, В. Н. Эффективные энергосберегающие стеновые панели* // Творчество и современность. – 2016. – № 1 (1). – С. 64–75.
4. *Опарина, Л. А. Основы ресурсо- и энергосбережения в строительстве* : учеб. пособие. – Иваново : ПресСто, 2014. – 256 с.
5. *Бадьин, Г. М. Строительство и реконструкция малоэтажного энергоэффективного дома*. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2011. – 432 с.

## **СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ МАЛОМЕТРАЖНОГО ЖИЛЬЯ**

**Е.В. Кетова**, канд. архитектуры, доцент,  
**М.И. Литвиненко**, магистрант  
**(НГАСУ (Сибстрин), Новосибирск)**

В статье рассматриваются предпосылки возникновения, история и основные типы малометражных квартир, анализируются нормы планировки квартир и их изменения.

Ключевые слова: малогабаритные квартиры, малометражное жилье, планировки квартир

В последние годы спрос на малогабаритные квартиры вырос, застройщики уменьшают площадь квартир, чтобы позволить людям приобретать жилье. Происходит увеличение доли маленьких квартир по сравнению с предыдущими годами, тенденция сохранится и в ближайшем будущем.

Первые малогабаритные квартиры появились в 1930-е годы, они были созданы для решения жилищного вопроса рабочих при фабриках. Коммунальные квартиры, самые маленькие жилые комнаты в которых были площадью около 9 м<sup>2</sup>, имели общие для всех ванную и кухню [1].

После войны, уничтожившей дома повсеместно не только в СССР, но и в Европе, нужно было обеспечить жильем большое количество людей, как можно быстрее сгенерировать и воплотить подходящее планировочное решение. Жилищный кризис удалось преодолеть только начиная с 1960-х гг., когда повсюду появились знаменитые хрущевки.

Резкое уменьшение квадратных метров произошло после 2014 г. За последние восемь лет площадь квартир в новостройках столицы уменьшилась на 30 %, за ее пределами – на 14–20 %. Уменьшение площади квартир, а также увеличение их числа будет происходить и в будущем. В 2012 г. средняя пло-

щадь квартир, приобретаемых в новостройках, составляла  $80 \text{ м}^2$ . В 2020 г. она стала равна  $58 \text{ м}^2$ . Вся недвижимость подверглась уменьшению, за исключением элитного жилья. За восемь лет площади квартир в новостройках уменьшились: в эконом-классе – на 30 %, в комфорт-классе на – 21 %. За последние пять лет доля студий возросла на 8 %, а однокомнатных квартир сократилось на 27 %. Однокомнатные квартиры и студии составляют 53 % квартир в новостройках. Средняя площадь студий также уменьшилась. С 2015 г. она сократилась на 15 % и стала равна  $26,8 \text{ м}^2$ . По прогнозам экспертов, доля продаж жилья небольшой площади в новостройках к 2025 г. может достичь 60 % от общего числа продаж [2].

В Новосибирске, как и во всей России, растет количество однокомнатных квартир и студий, помимо этого продолжается тенденция к уменьшению их площади, как жилой, так и общей: средняя площадь построенной квартиры (с учетом балконов и лоджий), которая несколько лет подряд прирастала и в 2019 г. достигла своего максимума –  $54,2 \text{ м}^2$ , снова начала снижаться и в 2020 г. составила  $52,9 \text{ м}^2$ . Средняя однокомнатная студия в 2020 г. имеет минимальную с 2016 г. площадь  $28,3 \text{ м}^2$ . Площадь средней однокомнатной квартиры также достигла минимума за последние пять лет и составила  $37,7 \text{ м}^2$  [3].

На сегодняшний день можно выделить несколько типов малометражных квартир, а именно: коммунальная квартира, общежитие, гостинка, малосемейка, студия, малогабаритные квартиры. В свою очередь, малогабаритные квартиры подразделяются на несколько видов: капсульные, микро- (площадь которых от 9 до  $15 \text{ м}^2$ ) и мини-квартиры (площадь которых от 16 до  $27 \text{ м}^2$ ).

Первое, что можно отметить при изучении увеличения числа малометражных квартир, – это тенденция миграции населения на запад страны. При такой миграционной активности предпочтение отдается малым квартирам. Интерес населения к этому типу жилья можно объяснить стоимостью. За последние годы цена на малогабаритные квартиры выросла, но их продажа относительно крупных квартир происходит сравнительно быстро.

Около 70 лет назад к 25 годам человек становился полностью самостоятельным, люди имели работу и семью. Сегодня в этом возрасте многие еще ищут свое призвание и сферу деятельности. Можно отметить, что молодые люди не только позже взрослеют, но и не спешат заводить детей. Они своего рода кочевники, предпочитают снимать апартаменты, не оставаясь долго на одном месте. Итоги переписи населения 2010 г. показали: к 30 годам свыше 40 % мужчин ни разу не состояли в браке. Количество таких мужчин и женщин от года в год увеличивается. В современном мире женщины намного более свободны, чем раньше, и их жизненные приоритеты сильно изменились: если раньше это были брак и семья, то сейчас на первом месте личное развитие и карьера. Таким образом, многие молодые люди живут отдельно и нуждаются в собственном жилье.

Уже сейчас можно встретить недвижимость, размеры которой сильно отстают от нормы. В таком жилье трудно выдержать нормы по пожарной опасности, теплоспротивлению и многие другие.

Нормативная документация для строительства разрабатывается научно-исследовательскими институтами в течение года. В этом процессе также участвуют государственные органы и ведомства, подразделения Госстроя России. Проводятся различные лабораторные исследования, инженерные расчеты.

Нормы планировки квартир следующие:

- учетная норма площади жилого помещения в Новосибирске составляет 12 м<sup>2</sup> на одного человека;
- норма предоставления в Новосибирске по договору социального найма – не менее 15 м<sup>2</sup>;
- рекомендуемая площадь однокомнатной квартиры – 28–38 м<sup>2</sup>.

Площадь общей жилой комнаты в однокомнатной квартире социального использования государственного и муниципального жилищных фондов должна быть не менее 14 м<sup>2</sup>, спальни – не менее 8 м<sup>2</sup> (на двух человек – 10 м<sup>2</sup>), кухни – 8 м<sup>2</sup>, кухонной зоны в кухне-столовой – 6 м<sup>2</sup>. В однокомнатных квартирах допускается проектировать кухни или кухни-ниши площадью не ме-

нее 5 м<sup>2</sup> [4]. Возможны вольности в планировке и снижение цены для покупателя за счет ухудшения качества жилья. Игнорируя нормы, застройщик может оправдать свои действия [5].

В приобретении нескольких квартир небольших размеров, а не крупной квартиры есть ряд преимуществ: 1) уверенность в извлечении дохода (маловероятно, что все квартиры останутся без жильцов); 2) спрос (большая часть людей, ищущих съемное жилье, останется в небольшой квартире); 3) ликвидность (быстрая продажа одной или всех квартир); 4) гибкость (достаточно вывести средства только из одного объекта) [6].

В 2000-х гг. начался процесс модернизации норм, и документы, датированные 1970-ми гг., стали постепенно заменяться. Но в процессе разработки новых нормативов и отказа от существующих возник ряд проблем – устаревшая нормативная документация или ее отсутствие, недостаточный надзор со стороны контролирующих органов, превалирование торгово-рыночных отношений.

Цена является для потребителя одним из главных критериев при подборе жилья. Малогабаритные квартиры стоят меньше, однако цена за квадратный метр зачастую больше. Невысокая общая стоимость позволяет сэкономить немалое количество средств. Малогабаритные квартиры популярны не только как сегмент жилья, но и в качестве инвестиций.

Государство пытается ускорить процесс разработки новых нормативов, привлекая к работе представителей крупных компаний. Нормы изменяются, отражая современные тенденции, но, обладая такими полномочиями, заинтересованные лица могут изменять или создавать нормативы с учетом собственных интересов.

### **Список литературы**

1. *Абгафоров, В.* «Малогабаритки»: что это такое? – Текст : электронный // ners.ru : веб-сайт. – URL: <https://news.ners.ru/malogabaritki-chto-eto-takoe.html> (дата обращения: 07.03.2021).
2. *Первощикова, М.* Сделка за малым: площадь квартир в новостройках заметно снизилась. – Текст : электронный // Из-



- вестия : веб-сайт. – URL: <https://iz.ru/1221568/mariia-perevoshchikova/sdelka-za-malym-ploshchad-kvartir-v-novostroikakh-zametno-snizilas> (дата обращения: 07.03.2021).
3. *Зими́на, З.* Застройщики Новосибирска – лидеры по объему сданного жилья в 2020 году. – Текст : электронный // Сибдом : веб-сайт. – URL: <https://nsk.sibdom.ru/news/15947/> (дата обращения: 07.03.2021).
  4. *СП 54.13330.2016.* Здания жилые многоквартирные : актуализированная ред. СНиП 31-01-2003 : введ. 2017-06-04. – Текст : электронный // Техэксперт. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов.
  5. *Розанцева, К.* Вопрос: почему застройщики и подрядчики массово нарушают СНиПы. – Текст : электронный // houzz : веб-сайт. – URL: <https://www.houzz.ru/statyi/vopros-pochemu-zastroyshchiki-i-podryadchiki-massovo-narushayut-sniipy-stsetivw-vs~98462346> (дата обращения: 07.03.2021).
  6. *Письменная, Л.* Малогабаритные квартиры как объект для инвестиций в России и за рубежом. – Текст : электронный // Tranio : веб-сайт. – URL: <https://tranio.ru/articles/malogabaritnye-kvartiry-kak-obekt-dlya-investicii-v-rossii-i-zarubezhom/> (дата обращения: 07.03.2021).

## **ОБЪЕМНО-ПРОСТРАНСТВЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ШКОЛЕ АРХИТЕКТУРНОГО РАЗВИТИЯ (ШАР)**

**В.Ю. Маркина**, ст. преподаватель, член Союза московских архитекторов

**(Школа архитектурного развития (ШАР), Москва)**

В статье кратко охарактеризованы авторские программы по освоению дисциплины «Объемно-пространственное моделирование», входящей в учебную программу Школы архитектурного развития (ШАР). Описаны методики освоения дисциплины, а также представлены работы учеников, подтверждающие их результативность.

Ключевые слова: объемно-пространственное моделирование, архитектурное творчество, саморефлексия

В московской Школе архитектурного развития (ШАР) используются разные авторские программы дисциплины «Объемно-пространственное моделирование», изучаемой учениками разного возраста, от 8 до 14 лет:

- «Мерное моделирование» (знакомит со средствами моделирования метра/ритма на основе модулей пропорции и др.);
- «Пластическое моделирование» (знакомит со средствами моделирования выразительного пространства с использованием фактуры, рельефа, силуэта и т.д.);
- «Тектоническое моделирование» (изучаются критерии статической устойчивости и надежности);
- «Функциональное моделирование» (выявляет средства для создания максимального комфорта при минимуме затрат);
- «Эргономика пространства» (знакомит со средствами моделирования комфортного архитектурного пространства по критериям пользы, удобства, выразительности);
- «Колористическое моделирование» (знакомит со средствами моделирования цветовых решений по критериям колористического нюанса, контраста и т.д.);

- «Композиционное моделирование» (изучаются фронтальная, объемная, пространственная композиции);
- «Концептуальное моделирование» (изучаются пространства разных социальных смыслов).

Темы и задания по этим программам, последовательность и особенности их выполнения раскрыты в учебных и методических пособиях преподавателей ШАР [1–3]. Выполнение заданий предполагает творческое, индивидуальное раскрытие темы учеником.

При освоении дисциплины «Пространственное моделирование» базовыми являются следующие материалы: бумага (чертежная, крафт, цветная и текстурированная), картон, пенокартон. Также могут использоваться и «сопутствующие» материалы – коктейльные трубочки, деревянные карандаши, веточки кустарника, крупы, макароны и т.д. Материалы должны подбираться оправданно и способствовать раскрытию идеи, темы (рис. 1).



Рис. 1. Шрифтовые композиции:  
А. Соболева, Д. Васильева, 11 лет (рук. В.Ю. Маркина)

К необходимым материалам следует отнести и различные клеящие средства: клей (УНУ, ПВА), моментальный клей, двусторонний скотч, степлер канцелярский. Также понадобятся подложка для резки бумаги, карандаш, металлическая линейка, резак.

Пространственное моделирование предполагает изучение линейных, плоскостных, объемных элементов. На основе этих элементов создается модель – статичная или динамичная, ню-

ансная или контрастная, ритмичная или неритмичная, симметричная или асимметричная.

Располагая линии на плоскости, фиксируя их на ограниченном листе бумаги по вертикали или горизонтали, можно моделировать пространства *mini* и *maxi*, играть с видимыми и невидимыми линиями (рис. 2). Несколько подобных плоскостных элементов располагаются в трех измерениях: по высоте, ширине и глубине. При этом учениками осваиваются методы склеивания *внахлест*, *встык*, метод *секущихся плоскостей* (рис. 3).



Рис. 2. Линии на поверхности: И. Пашков, К. Акунзянова, 7–8 лет  
(рук. В.Ю. Маркина)



Рис. 3. Модели из плоскостных элементов:  
ученики 7–8 лет (рук. О.Ю. Соколова)

Пространственное моделирование по времени исполнения делится на два вида:

1. Краткосрочное (эскиз, идея) – выполняется за два академических часа в аудитории, предполагает поиск художественного решения, требует пропорционального сочетания подобных элементов композиции, колористического решения, разработки фактуры поверхностей и т.д. (рис. 4).



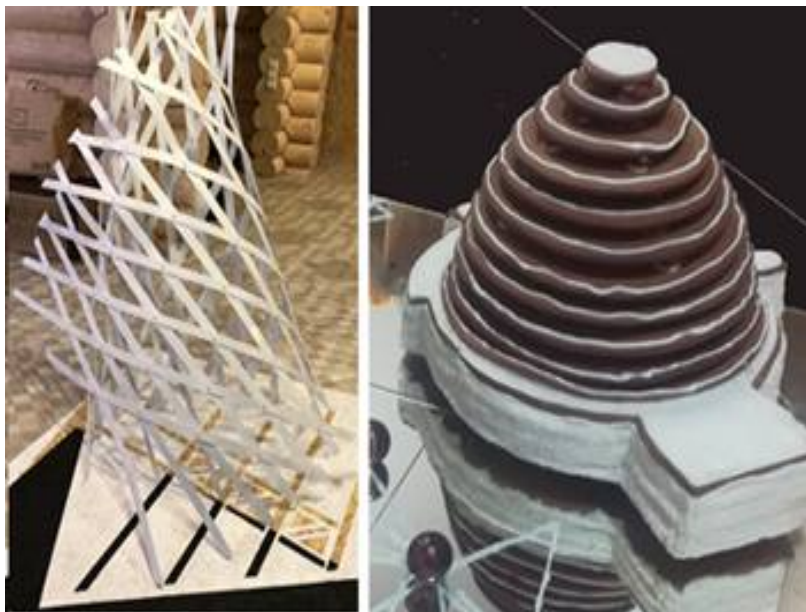
Рис. 4. Природный рельеф, вид сбоку и сверху (использована фактурная бумага): В. Метленков, К. Матвеева, 7–8 лет (рук. В.Ю. Маркина)

2. Долгосрочное – ученики проходят путь от мини- до макси-модели – от эскиза до реализации в крупном масштабе. Все детали выполняются из влагоустойчивых материалов, чтобы продемонстрировать работу в качестве арт-объекта. Чаще всего презентация моделей проходит под открытым небом, в теплое время года (рис. 5).

Форма подведения итогов:

- рефлексия в конце занятия;
- фиксация выполненных заданий в журнале;
- фотофиксация выполнения заданий;

- публикация лучших работ на сайте школы, создание методического фонда;
- участие в выставках, конкурсах.



*а*

*б*

Рис. 5. Арт-объекты, представленные:

*а* – на Молодежном конкурсе им. В.Г. Шухова;

*б* – на выставке в честь 90-летия Московского планетария  
(автор Е. Новикова, 14 лет, рук. В.Ю. Маркина)

В последнее время продуктивным стало внедрение информационных технологий при освоении курса объемно-пространственного моделирования. Проходят занятия онлайн с преподавателем посредством программы Zoom, а также дистанционная работа с применением «кейсовых» технологий (рассылка задания, выполнение, отправка фото- и видеоматериалов с результатами работы, получение комментария преподавателя).

Разнообразные программы дисциплины «Объемно-пространственное моделирование» созданы на общей методической базе. Они не конкурируют, а наоборот, дополняют друг друга, происходит обмен опытом. Это разнообразие предполагает, что у учеников есть право выбора. Главное, им необходимо овладеть навыками самоконтроля и научиться самостоятельно работать, выполнять задания, продолжать композиционные поиски и применять разные материалы, в стремлении к технической безупречности не бояться пробовать, экспериментировать, сочетать несочетаемое.

### **Список литературы**

1. *Ерышев, В. П., Маркина, В. Ю.* Объемно-пространственное моделирование : метод. пособие. – Москва, 2021. – 78 с. – (Серия: 30 шагов к архитектурной профессии).
2. *Маркина, В. Ю., Пашкова-Маркарова, Е. В.* Объемно-пространственное моделирование. Цвет и пластика : метод. пособие. – Москва, 2021. – 58 с. – (Серия: 30 шагов к архитектурной профессии).
3. *Соколова, О. Ю.* Изобразительное искусство в инклюзивном и дополнительном образовании : учеб. пособие. – Москва : Спутник+, 2018. – 101 с.

## **ВОДОСНАБЖЕНИЕ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА В НАЧАЛЕ XIX – КОНЦЕ XX В.**

**А.В. Питиримова**, студент,  
**Ю.Е. Нижегородцева**, ст. преподаватель  
**(НГАСУ (Сибстрин), Новосибирск)**

Целью работы стало определение основных аспектов развития систем водоснабжения в Санкт-Петербурге в начале XIX – конце XX в. Были определены периоды развития системы водоснабжения, выявлены объ-екты инженерной архитектуры и основные факторы развития системы водоснабжения Санкт-Петербурга.

Ключевые слова: система водоснабжения, водопровод, Санкт-Петербург, Нева, водонапорная башня, водопроводная станция, вода

Начиная со своего основания Санкт-Петербург снабжался водой из Невы и других некрупных рек. Впервые водопроводы появились в городе в XVIII столетии, они были просты в техни-ческом плане и обеспечивали водой фонтаны Летнего сада, а также Меншиковский и Мраморный дворцы. Однако вопрос сооружения общественного водопровода, который подавал бы воду в жилые дома Петербурга, оставался нерешенным. Жите-лям столицы приходилось самостоятельно возить воду в собст-венные жилища, набирая ее в реках, каналах и колодцах. Поми-мо этого, воду в бочках доставляли водовозы, которые наполня-ли их ведрами и черпаками. Эти бочки различались по цвету в зависимости от качества воды, которой они были наполнены. Кроме того, создавались водокачальные машины для забора воды, потому что в городе не везде можно было спуститься к воде, и доступ людей к ней был невозможен [1].

Идею о сооружении общего городского водопровода было необходимо претворить в жизнь, чтобы город соответствовал статусу столицы. По этой причине в 1846 г. была впервые пред-



принята попытка провести водопровод. Водозабор был устроен из Невы, для этих целей соорудили водокачальную паровую машину и поместили ее у наплавного Воскресенского моста. Однако паровой насос не был мощным и не мог обеспечивать значительную территорию столицы. Первый водопровод в короткие сроки перестал приносить прибыль, и по причине нерентабельности его деятельность была прекращена.

Попытки сооружения индивидуальных водопроводов неоднократно повторялись. Они были маломощными и обеспечивали в основном только один дом или дачу. Но были прецеденты, когда на платной основе вода поступала и на соседние участки.

В 1858 г. по указу Александра II в Петербурге было основано Акционерное общество Санкт-Петербургских водопроводов. На Шпалерной улице недалеко от Таврического дворца возвели Главную водопроводную станцию (архитекторы – И.А. Мерц и Э. Шуберский), основными инженерными объектами которой стали насосная станция и водонапорная башня в романском стиле, напоминающая башню средневековых городских укреплений. В настоящее время данный объект инженерной архитектуры изменил свое функциональное предназначение. В начале 2000-х гг. водонапорная башня Главной водопроводной станции подверглась капитальному ремонту. С помощью современных технологий ее отреставрировали и открыли на ее территории музейный комплекс «Мир воды Санкт-Петербурга» [2]. В ходе строительства изначальный замысел подвергся определенным изменениям. Сначала предполагалось брать воду из сообщаемого с Невой искусственного водоема неподалеку от Таврического дворца, называемого «ковшом». Однако «ковш» не подошел для данных задач, и Общество было вынуждено организовать забор воды из Невы.

Было принято решение о необходимости установки мощных паровых насосов, способных обеспечить водой большую территорию. Вода забиралась из среднего течения Невы, по аналогии с первым водопроводом, по трубам поступала в значи-

тельный по объему резервуар, а далее направлялась в город. Мощности водопровода хватало лишь на центральную часть Петербурга. Эта система была запущена в ноябре 1863 г.

Однако неблагоприятные климатические условия стали причиной его приостановки. Для функционирования водопровода потребовалось проложить трубы, по которым поступала вода на большей глубине. Фактически к эксплуатации водопровода приступили осенью 1866 г.

Мощность первого водопровода составила почти 1,5 млн ведер в сутки, а водопроводная сеть протянулась на 115 км.

До середины 1870-х гг. водопроводом могли пользоваться далеко не все петербуржцы, такая возможность была лишь у людей, проживающих на левой стороне города. Жители Петербургской (Петроградской) и Выборгской сторон, а также Васильевского острова получили доступ к воде с момента создания в 1873 г. Товарищества – нового акционерного общества, которое было переведено в юрисдикцию английских подрядчиков. С этого времени существенная часть петербуржцев смогла пользоваться водопроводом.

В 80-е гг. XIX в. качество воды в Петербурге стало заметно ухудшаться, что повлекло за собой многочисленные жалобы жителей. Власти были вынуждены предпринять срочные меры: созвано специальное совещание, где был поднят вопрос об очистке воды. Городская Дума решила организовать фильтрацию воды по примеру других городов и стран. Первая система фильтрации была установлена на Главной водопроводной станции на Шпалерной улице.

В 1887 г. архитекторами Лебедевым и Титаринным было окончено строительство Кронштадтской башни городского водопровода.

В 1891–1893 гг. наблюдалась новая тенденция – национализация многочисленных мелких водопроводов, ранее созданных частными лицами и находившихся в ведении различных компаний. Момент перехода водопроводов в государственную собственность был ознаменован созданием Городской исполнитель-

ной комиссии по водоснабжению Санкт-Петербурга, которая ведала водопроводной сетью, занималась ее реставрацией, развитием, следила за качественными показателями воды и всех элементов системы.

В конце XIX – начале XX в. распространение получает строительство инженерных архитектурных объектов, входящих в систему водоснабжения Петербурга. Так, в 1894 г. завершилось строительство Водонапорной башни в Галерной гавани (архитекторы – Куторих и Яковлев), а в 1899 г. – водонапорной башни Обуховского завода (архитектор – Ф.Ф. Лумберг), фасады которой были выполнены в стиле эклектики с готическими мотивами. 1901–1904 гг. – строительство башни инженера Инка (архитектор – О.А.Л. Инце), 1905 г. – гидробашни Политехнического университета (архитекторы – Э.Ф. Виррих, И.В. Падлевский, В.П. Тавлинов), 1907–1909 гг. – башни «Зеленой волны» (архитектор – А.И. Дитрих), 1907–1909 гг. – фильтроозонной станции (архитекторы – Л.А. Серк и В.В. Старостин), построенной, как и гидробашня Политехнического университета, в стиле модерн.

С развитием современных технологий, изменивших все стороны жизни общества, потребность в обеспечении водой городов с использованием водонапорных башен исчезла. Несмотря на это, водонапорные башни, являющиеся объектами культурного наследия, представляющие архитектурно-инженерную ценность, можно использовать с учетом развития структуры города, изменив их функциональное назначение.

К 1917 г. длина петербургского водопровода составила уже 674 км, ежедневно для нужд жителей поступало 336 тыс. м<sup>3</sup> воды.

В начале XX в. началось обеззараживание воды с применением двухступенчатой системы очистки, включающей озонирование и хлорирование. Предпосылкой этого нововведения стало обнаруженное загрязнение воды сточными водами, которые проникали в систему водоснабжения из водозаборов, необдуманно расположенных в нижнем течении Невы. Однако филь-

трации воды было недостаточно: наличие сточных вод, негативно влияющих на здоровье горожан и качество питьевой воды, было недопустимо. Важнейшей задачей стал поиск нового места для водозабора. В качестве новых источников было предложено Ладожское озеро, которое позже и было выбрано, потому что удовлетворяло всем требованиям геологов, проводивших анализ водоемов. Помимо этого, было внесено предложение о рассмотрении источников, расположенных на Ижорской возвышенности, но оказалось, что их объем был недостаточен для обеспечения Петербурга водой в долгосрочной перспективе.

В 1914 г. была одобрена схема Ладожского водоснабжения. Водопровод должен был брать начало в 2,5 км от побережья, в районе села Морозко, у мыса Осиновец. Но строительные работы временно приостановили в 1918 г. Несмотря на то, что воплотить проект в жизнь так и не удалось, реализация концепта его развития обсуждается и в наше время.

Таким образом, в 1914 г. сократился уровень подачи воды. Это произошло из-за начавшейся Первой мировой войны, а позже событий Октябрьской революции и Гражданской войны в России начала XX в. Состояние системы водоснабжения в целом и отдельных компонентов водопроводной сети было восстановлено лишь к 1935 г.

В 1930–1931 гг. архитектор Я.Г. Чернихов спроектировал водонапорную башню завода «Красный гвоздильщик», которая стала исключительным образцом авангардного конструктивизма.

Положительным моментом в развитии системы водоснабжения первой трети XX в. стали строительство Южной водопроводной станции (первая очередь запущена в 1933 г.) и модернизация очистных сооружений Главной водопроводной станции.

В 1930-е гг. шла активная работа над созданием проекта реконструкции Ленинградского водопровода, в нем принимала участие большая команда специалистов, ученых. И хотя план удалось разработать в 1938 г., его реализации помешала начавшаяся

Вторая мировая война. Ресурсы и возможность претворения в жизнь данного проекта были найдены лишь в 1947–1949 гг.

Великая Отечественная война и в особенности время блокады Ленинграда оставили глубокий след в истории водоснабжения, стали сложным периодом, когда город был вынужден переносить множество артиллерийских обстрелов и бомбардировок. Уничтожение сетей приводило к затоплению города. Несмотря на это, городская водопроводная и канализационная сети не приостанавливали работу, исключением стали лишь два дня, 25 и 26 января 1942 г., из-за полного отключения из-за подачи электрической энергии.

Но в условиях низких температур в зимнее время периода блокады вода в ленинградской системе водоснабжения застывала, поэтому горожане были вынуждены использовать воду из естественных источников – рек и колодцев, совсем как на начальном этапе развития водопровода.

В послевоенный период 1950–1970 гг. вдвое увеличилось среднее значение подачи воды в сутки – с 913 до 2058 тыс. м<sup>3</sup>. В это время велось активное создание водопроводных насосных станций. Так, в 1948 г. было завершено введение в эксплуатацию второй очереди Южной водопроводной станции. В 1964 г. была введена Петроградская водопроводная станция, а в 1971 – первая очередь Северной водопроводной станции.

Таким образом, на основании вышеизложенного можно выявить факторы развития систем водоснабжения, характерные для указанных периодов: исторический, географический, экономический, технологический, культурный, социальный и военно-политический. При этом важно отметить, что на развитие системы водоснабжения города существенное влияние оказала именно совокупность вышеперечисленных факторов, благодаря которой и сформировалась самобытность системы водоснабжения Санкт-Петербурга.

### **Список литературы**

1. *Кетова, Е. В., Нижегородцева, Ю. Е.* Основные особенности возникновения и развития инженерных систем водозабора на территории Сибирского региона с конца XVII до начала XX в. // Известия вузов. Строительство. – 2015. – № 5. – С. 79–89.
2. *Воронов, Ю. В., Пугачев, Е. А.* История специальности «Водоснабжение и водоотведение» : учеб. пособие для вузов. – Москва : АСВ, 2008. – 308 с.

**ПРИРОДООХРАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ  
ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО  
И ВОДНОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСОВ  
И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ**

---

**Современные проблемы гидротехнического  
строительства и организация геодезического контроля  
при мониторинге безопасности**

doi 10.32683/978-5-7795-0932-9-2021-110-116

УДК 531.382+550.34

**ПРОГНОЗНАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ  
КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ  
МАШИННОГО ЗАЛА РОГУНСКОГО ГИДРОУЗЛА  
ПО ЗНАЧЕНИЯМ КОНВЕРГЕНЦИИ  
В ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СТВОРАХ**

**Л.Н. Гахова**, канд. физ.-мат. наук, ст. науч. сотр.  
**(ИГД им. Н.А. Чинакала СО РАН, Новосибирск),**  
**Ю.А. Кузнецова**, канд. техн. наук  
**(НГАСУ (Сибстрин), Новосибирск)**

В работе приводятся результаты исследования параметров конвергенции боковых поверхностей машинного зала Рогунского гидроузла с использованием данных натурных наблюдений, необходимых для определения периода безопасной эксплуатации сооружения. С целью оценки остаточного ресурса подземных сооружений установлен характер развития процесса сближения боковых поверхностей.

Ключевые слова: подземные гидротехнические сооружения, напряженно-деформированное состояние, конвергенция, реологические свойства, мониторинг безопасности гидротехнических сооружений

В области гидротехнических сооружений (далее – ГТС) в соответствии с требованиями нормативных документов обязательны проведение мониторинга состояния, оценка уровня безопасности, прогнозирование состояния объектов. Важный

элемент мониторинга безопасности – определение напряженно-деформированного состояния (далее – НДС) конструкций. Для обработки и анализа результатов наблюдений и исследований используются детерминистические модели и аналитические зависимости.

Проводились исследования подземных ГТС Рогунского гидроузла (машинного зала и помещения трансформаторов), выполнено численное моделирование НДС вмещающего массива [1–5]. Основные параметры машинного зала: длина 220 м, ширина 22 м, максимальная высота 78 м. Сооружение расположено на глубине 350 м в массиве из переслаивающихся песчаников и алевролитов [1, 3, 4]. Анализ результата расчетов НДС скального массива вблизи машинного зала Рогунского гидроузла свидетельствует о наличии зон неупругих остаточных деформаций. Впоследствии это может послужить причиной развития напряжений и деформаций вблизи контура машинного зала и в его облицовке вследствие проявлений реологических свойств горных пород и материала облицовки [4]. Одним из параметров, который можно использовать для оценки и прогнозирования продолжительности безопасной эксплуатации сооружения, является сближение (конвергенция) боковых поверхностей [6].

Затухающий реологический процесс в скальном массиве и материале облицовки описывается экспоненциальной функцией [4]:

$$y(\tau) = -\alpha_1 (1 - e^{-\alpha_2 \tau}), \quad (1)$$

где  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  – коэффициенты, определяемые в процессе интерполяции результатов наблюдений экспоненциальной функцией методом наименьших квадратов.

Если известна дата начала наблюдений  $\tau_{\text{нн}}$ , то зависимость для определения изменения конвергенции приводится к следующему виду:

$$y(\tau) = -\alpha_1 (e^{-\alpha_2 \Delta \tau} - e^{-\alpha_2 (\tau - \tau_{\text{нн}} - \Delta \tau)}), \quad (2)$$



где  $\Delta\tau$  – время отсутствия наблюдений на объекте после строительства. Принимается, что  $\Delta\tau = 0$ , так как неизвестно время отсутствия наблюдений до 2011 г.

Незатухающий процесс релаксации напряжений горного массива и обделки при неизменных внешних условиях описывается логарифмической функцией [4]:

$$y(\tau) = \alpha \ln(\tau + b) + c, \quad (3)$$

где  $\alpha, b, c$  – коэффициенты, которые определяются методом наименьших квадратов.

Ниже приведены результаты обработки данных натуральных наблюдений за конвергенцией стен машинного зала на отметке 989,5 м в створах 1–13 (рис. 1). Натурные наблюдения за сближением боковых поверхностей машинного зала проводятся с 2011 г. с использованием лазерных дальномеров.

Достоверность аппроксимации  $R^2$  конвергенции боковых поверхностей машинного зала в створах 1–13 изменяется в пределах 0,908...0,980, что является достаточной степенью надежности аппроксимации исследуемого процесса линией тренда (в данном случае – релаксации массива и облицовки машинного зала).

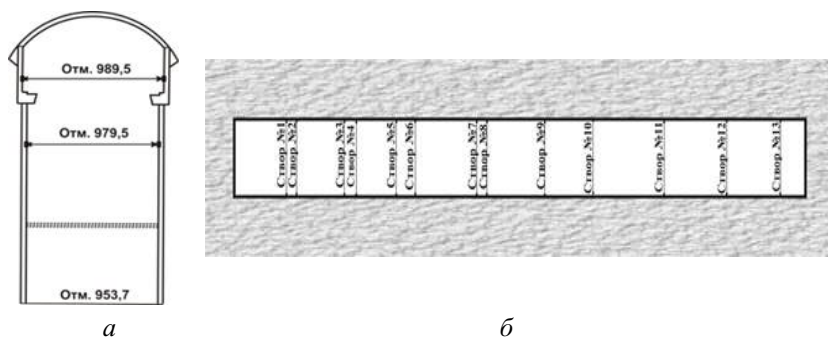


Рис. 1. Схема расположения измерительных сечений:  
*а* – в машинном зале; *б* – в створе

Экстраполяция данных наблюдений за приращениями конвергенции в створе 1 функциями (1) и (3) приведена на рис. 2, 3.

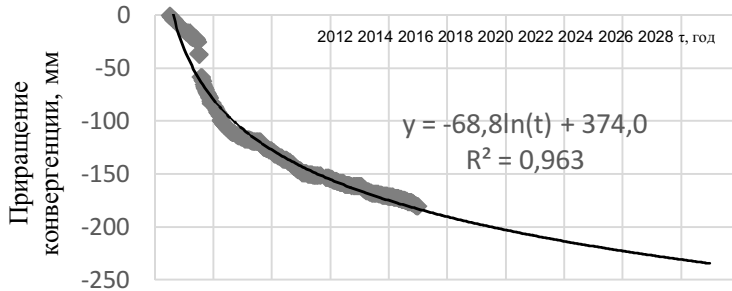


Рис. 2. Результаты экстраполяции приращений конвергенции в створе 1 незатухающей функцией

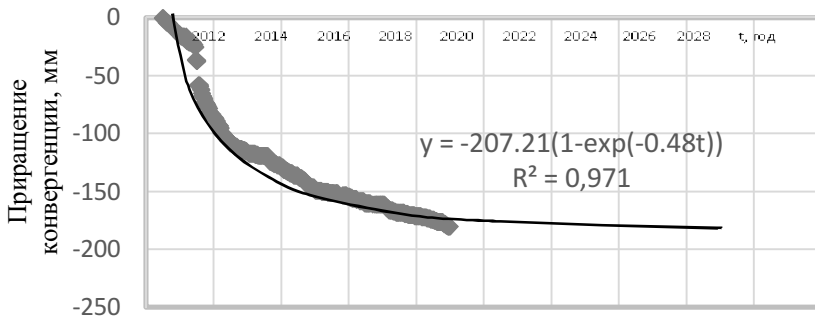


Рис. 3. Результаты экстраполяции приращений конвергенции в створе 1 затухающей функцией

Для обработки и анализа результатов измерений в створах 1, 6, 12, имеющих точности аппроксимации незатухающей функцией  $\pm(3...5)$  мм,  $\pm(4...7)$  мм,  $\pm(3...8)$  мм соответственно, была применена функция (1), отражающая затухающий процесс [4]. Точность аппроксимации при этом превысила  $\pm 18$ ,  $\pm 21$  и 12 мм, что подтверждает незатухающий характер процесса

конвергенции в створах. В дальнейшем будут рассматриваться только результаты аппроксимации логарифмической функцией, описывающей незатухающий процесс релаксации.

Применение функции, отражающей незатухающий процесс, показало, что до 2014 г. данные наблюдений конвергенции аппроксимируются в створах 1, 6 с точностью  $\pm(6...10)$  мм; в 2014–2018 гг. точность в створах 1, 6 составляла  $\pm(2...4)$  мм. В створе 12 точность аппроксимации в 2011–2013 гг. не превышала  $\pm 6$  мм, а к концу 2018 г. увеличилась до  $\pm(16...20)$  мм, при этом достоверность аппроксимации превысила 0,918.

Пользуясь аппроксимирующими логарифмическими функциями для створов 1–13, можно определить максимальные прогнозируемые значения конвергенции к концу 2025 г. при неизменной технологической ситуации: для створа 1 – 212,7 мм, для створа 6 – 120,3 мм, для створа 12 – 26,20 мм [4].

Несмотря на то что натурные наблюдения во всех створах на отметке 989,5 м начаты одновременно [1], характер изменения информации по створам со временем существенно различается. В частности, максимальные величины измеренных конвергенций за период 2011–2018 гг. в зависимости от положения створа отличаются на порядок (рис. 4). Такое различие является следствием неполного раскрытия поперечного сечения в створах – в районе створов 11–13 открыта только их верхняя часть (каллота) [2, 3]. При интерпретации результатов наблюдений за конвергенцией боковых поверхностей исследуемого объекта с позиции анализа реологических свойств вмещающего массива и обделки необходимо исследовать условия проведения наблюдений и техногенные факторы, влияющие на результаты наблюдений. Комплексный подход к анализу результатов наблюдений требует изучения и учета влияния каждого фактора и при необходимости корректировки параметров мониторинга.

Незатухающий характер приращения изменения конвергенции со временем может свидетельствовать о проявлении реологических свойств горных пород и обделки [4, 7]. Если реологические свойства пород неизвестны, используется метод [6], позволяющий определять напряжения конструкции в заданный момент времени по информации о конвергенции облицовки пу-

тем решения обратных задач с уточнением для соответствующего момента времени модуля деформации обделки  $E_{\tau}$ , что позволяет вычислить напряжения  $\sigma^{(t)}$  и смещения  $U^{(t)}$  [4].

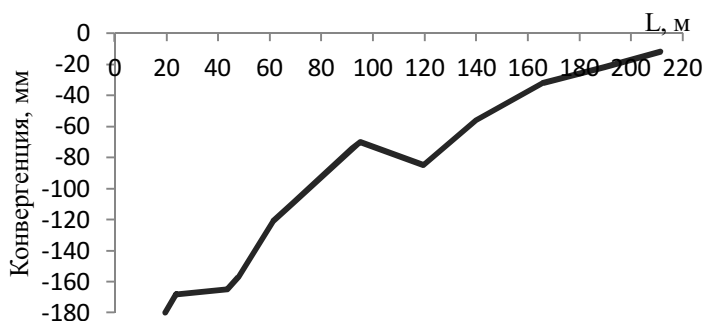


Рис. 4. Максимальные сближения стен машинного зала по створам на удалении  $L$  от его торца

Определенные значения напряжений позволяют в соответствии с нормативными документами осуществить оценку несущей способности облицовки и изменения конвергенции с течением времени. Зная предельные значения конвергенции  $U_{\text{п}}$  и приращения измеренных значений перемещений за год, можно определить срок безопасной эксплуатации подземных гидротехнических сооружений [6, 7].

Для подземных сооружений Рогунского гидроузла выполнена оценка приращений конвергенции боковых поверхностей машинного зала на отметке 989,5 м [4]. В результате выявлено следующее: в скальном массиве и в облицовке машинного зала продолжают продолжаться реологические процессы. Процесс сближения стен машинного зала описывается незатухающей логарифмической функцией, позволяющей значения конвергенции, рассчитываемой для прогноза несущей способности облицовки, считать оценкой сверху, что создает определенный запас прочности при определении срока службы сооружения [4, 8].

### Список литературы

1. Назиров, Д. А., Давлатишоев, С. К. Исследование упругих, деформационных и прочностных характеристик вмещаю-

шего массива камерных выработок Рогунской ГЭС лабораторными и геофизическими методами // Строительство и архитектура. – 2017. – № 4. – С. 34–38.

2. *Гахова, Л. Н., Абдулоев, Н. М.* Формирование напряженно-деформированного состояния вмещающего массива подземных сооружений Рогунской ГЭС // Гидроэлектростанции в XXI веке : сб. материалов V Всерос. науч.-практ. конф. – 2018. – С. 16–23.
3. *Низомов, Д. Н., Ходжибоев, А. А., Ходжибоев, О. А.* Трансверсально-изотропная модель массива пород подземных сооружений Рогунской ГЭС // Доклады Академии наук Республики Таджикистан. – 2011. – Т. 54, № 5. – С. 420–426.
4. *Абдулоев, Н. М., Гахова, Л. Н., Затеева, Е. Ю., Кузнецова, Ю. А.* К вопросу геомеханической оценки и прогнозу состояния конструктивных элементов машинного зала Рогунской ГЭС // Известия вузов. Строительство. – 2019. – № 6. – С. 93–102.
5. *Свидетельство* об официальной регистрации № 960814. Программа расчета напряженно-деформированного состояния массива блочной структуры методом граничных интегральных уравнений (ELB2D) : программа для ЭВМ / Гахова, Л. Н. ; правообладатель РосАПО. – 17.12.2004.
6. *Деев, П. В., Саммаль, А. С., Барышников, В. Д.* Оценка остаточного ресурса бетонной обделки подземного сооружения по измеренным значениям конвергенции // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – Новосибирск, 2012. – № 3. – С. 49–54.
7. *Абдулоев, Н. М., Гахова, Л. Н., Барышников, В. Д., Хмелинин, А. П.* Формирование напряженно-деформированного состояния вмещающего массива и обделки при возведении подземного машинного зала гидротехнического комплекса // Фундаментальные и прикладные вопросы горных наук. – 2019. – Т. 6, № 1. – С. 7–13.
8. *Гахова, Л. Н., Сафарзода, Х. А., Абдуллоев, Н. М.* К вопросу оценки напряженно-деформированного состояния вмещающего массива и обделки машинного зала Рогунской ГЭС // Гидротехническое строительство. – 2019. – № 10. – С. 37–41.

## **ОБЗОР ДОКУМЕНТОВ ПО БЕЗОПАСНОСТИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ, ВСТУПИВШИХ В СИЛУ С 1 ЯНВАРЯ 2021 Г.**

**Л.Ф. Дзюбенко**, канд. техн. наук, доцент  
**(НГАСУ (Сибстрин), Новосибирск)**

Рассматриваются вопросы изменения нормативно-правовой базы безопасности гидротехнических сооружений водохозяйственного назначения и промышленности. Целью работы является обзор новых нормативно-правовых документов в области безопасности, вступивших в силу с 01.01.2021.

Ключевые слова: гидротехнические сооружения, нормативно-правовая база, безопасность

Структура нормативно-правовой базы безопасности гидротехнических сооружений (далее – ГТС) состоит из законов Российской Федерации, постановлений Правительства РФ, руководящих документов Ростехнадзора, документов МЧС России. По уровню юридической обязательности и ответственности действующая в России система нормативных документов включала ГОСТы, СНиПы, ВСН, типовые инструкции, методические указания и рекомендации. Существующие регламентации обеспечивали проектирование и строительство надежных сооружений, т.е. гарантировали способность сооружений выполнять заданные функции (быть водоподпорным или водонапорным, водозаборным или ограждающим и т.д. сооружением), сохраняя при этом основные технические характеристики (прочность, устойчивость, водонепроницаемость и др.) в установленных нормами пределах.

Надежность считается комплексным свойством любого технического объекта, и она включает такие понятия, как безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохранность. С надежностью ГТС неразрывно связано еще одно комплексное

свойство – безопасность, обеспечивающая защиту жизни, здоровья и законные интересы людей, окружающей среды и хозяйственных объектов [1]. Безопасность эксплуатируемых ГТС обусловлена не только их надежностью, но и условиями эксплуатации. Следует заметить, что в нормативно-правовых документах не уделялось достаточного внимания изменению надежности и безопасности с течением времени, а также системе ремонтов в процессе эксплуатации объекта (или они не учитывались). Заметно ощущался дефицит нормативно-правовых документов, которые в основном носили ведомственный характер и были представлены правилами технической эксплуатации и типовыми инструкциями. Новый этап технического регулирования начался с выходом Федерального закона № 184-ФЗ от 27.12.2002 «О техническом регулировании», главный принцип которого – переход от ведомственного нормирования и обязательных стандартов к техническим регламентам (общим и специальным) (первый уровень), технической регламентации и стандартам (второй уровень). С принятием закона о регулировании началось планомерное совершенствование нормативно-правовой базы в России. Обеспечение безопасности гидротехнических сооружений, т.е. разработка и осуществление мер по предупреждению аварий ГТС, на государственном уровне [1, 2] включает в себя ряд мероприятий:

- разработку и принятие законов о безопасности объектов промышленности и гидротехнических сооружений;
- разработку и утверждение регламентов;
- включение вопросов безопасности ГТС в государственные стратегии развития и федеральные целевые программы;
- разработку документов, предусматривающих механизмы реализации законов о безопасности.

С принятием федерального закона, который устанавливал показатели надежности и безопасности эксплуатируемых ГТС [1], ситуация коренным образом изменилась, но окончательно проблема безопасности не была решена. До последнего времени он подвергался изменениям, дополнениям, последняя редакция закона – 08.12.2020 № 429-ФЗ.

2021 год ознаменовался существенным изменением нормативно-правовой базы в области безопасности ГТС как потенциально опасных объектов. С 01.01.2021 признаны недействующими более 30 актов по безопасности ГТС, в области промышленной безопасности отменены практически все федеральные нормы и правила, более 180 устаревших актов Правительства РФ, документов Госгортехнадзора и Ростехнадзора, изданных в период с 1970 по 2019 г. [3, 4]. В настоящее время Правительство РФ, органы государственной власти, уполномоченные проводить государственный контроль и надзор, интенсивно работают над совершенствованием, актуализацией и разработкой новых документов, однако значительная их часть до сих пор не имеет официального статуса.

На апрель 2021 г. в России действуют следующие нормативно-правовые документы, регламентирующие вопросы безопасности эксплуатируемых ГТС (приведены документы, касающиеся только одного из требований обеспечения безопасности ГТС – декларирования безопасности [1, ст. 8]):

1) Постановление Правительства Российской Федерации от 20.11.2020 № 1892 «О декларировании безопасности гидротехнических сооружений», которое вводит Положение о декларировании безопасности гидротехнических сооружений и Правила проведения государственной экспертизы декларации безопасности;

2) Постановление Правительства Российской Федерации от 20.11.2020 № 1893 «Об утверждении Правил формирования и ведения Российского регистра гидротехнических сооружений»;

3) Постановление Правительства Российской Федерации от 30.07.2004 № 401 «О Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору» (с изм. на 28.12.2020);

4) Приказ Ростехнадзора от 09.12.2020 № 509 «Об утверждении формы деклараций безопасности гидротехнического сооружения (за исключением судоходных и портовых гидротехнических сооружений)»;

5) Приказ Ростехнадзора от 26.11.2020 № 462 «Об утверждении Требований к содержанию Правил эксплуатации гидро-



технических сооружений (за исключением судоходных и портовых гидротехнических сооружений)»;

6) Приказ Ростехнадзора от 14.12.2020 № 523 «Об утверждении Порядка формирования и регламента работы экспертных комиссий по проведению государственной экспертизы деклараций безопасности гидротехнических сооружений (за исключением судоходных и портовых гидротехнических сооружений)»;

7) Приказ Ростехнадзора от 14.12.2020 № 522 «Об утверждении Квалификационных требований к специалистам, включаемым в состав экспертных комиссий по проведению государственной экспертизы деклараций безопасности гидротехнических сооружений (за исключением судоходных и портовых гидротехнических сооружений)»;

8) Приказ Ростехнадзора от 06.07.2020 № 256 «Об утверждении Положения об аттестационных комиссиях по аттестации в области промышленной безопасности, по вопросам безопасности гидротехнических сооружений, безопасности в сфере электроэнергетики»;

9) Приказ Ростехнадзора от 10.12.2020 № 516 «Об утверждении Методики определения размера вреда, который может быть причинен жизни, здоровью физических лиц, имуществу физических и юридических лиц в результате аварии гидротехнического сооружения (за исключением судоходных и портовых гидротехнических сооружений)»;

10) Приказ Ростехнадзора от 07.12.2020 № 499 «Об утверждении формы представления сведений о гидротехническом сооружении, необходимых для формирования и ведения Российского регистра гидротехнических сооружений»;

11) Приказ Ростехнадзора от 07.12.2020 № 501 «Об утверждении Требований к заключению экспертной комиссии по декларации безопасности гидротехнических сооружений (за исключением судоходных и портовых гидротехнических сооружений)»;

12) Приказ Ростехнадзора от 04.09.2020 № 334 «Об утверждении Перечня областей аттестации в области промышленной

безопасности, по вопросам безопасности гидротехнических сооружений, безопасности в сфере электроэнергетики»;

13) Приказ Ростехнадзора от 04.12.2020 № 496 «Об утверждении Порядка согласования плана мероприятий по обеспечению безопасности гидротехнического сооружения, которое не имеет собственника или собственник которого неизвестен либо от права собственности на которое собственник отказался (за исключением судоходных и портовых гидротехнических сооружений)»;

14) Приказ Ростехнадзора от 04.12.2020 № 497 «Об утверждении формы акта регулярного обследования гидротехнического сооружения (за исключением судоходных и портовых гидротехнических сооружений)»;

15) Приказ Минэнерго России от 26.01.2021 № 27 «Об утверждении Правил проведения противоаварийных тренировок в организациях электроэнергетики Российской Федерации»;

16) Приказ Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России) от 01.09.2020 № 631 «Об утверждении Методики оценки ущерба от чрезвычайных ситуаций».

Продолжается актуализация сводов правил в области проектирования, строительства и инженерных изысканий, актуализация основных законов, связанных с природопользованием. Совершенствование законодательной базы и нормативных документов способствует повышению качества проектирования, строительства и эксплуатации гидротехнических сооружений, повышению их надежности и безопасности.

### **Список литературы**

1. *О безопасности гидротехнических сооружений* : федеральный закон РФ от 21.07.1997 № 117-ФЗ : в ред. федерального закона РФ от 08.12.2020 № 429-ФЗ. – Текст : электронный // КонсультантПлюс.
2. *Об утверждении критериев классификации гидротехнических сооружений* : постановление Правительства Российской Федерации от 05.10.2020 № 1607. – Текст : электрон-

ный // Техэксперт. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов.

3. *О признании* утратившими силу некоторых актов и отдельных положений некоторых актов Правительства Российской Федерации, об отмене некоторых нормативных правовых актов федеральных органов исполнительной власти, содержащих обязательные требования, соблюдение которых оценивается при проведении мероприятий по контролю при осуществлении федерального государственного надзора в области безопасности гидротехнических сооружений : постановление Правительства Российской Федерации от 22.07.2020 № 1086. – Текст : электронный // Консультант-Плюс.
4. *О признании* утратившими силу некоторых нормативных правовых актов и отдельных положений нормативных правовых актов Правительства Российской Федерации, об отмене некоторых нормативных правовых актов и отдельных положений нормативных правовых актов федеральных органов исполнительной власти, содержащих обязательные требования, соблюдение которых оценивается при проведении мероприятий по контролю при осуществлении федерального государственного надзора в области промышленной безопасности и государственного надзора, и признании не действующей на территории Российской Федерации Инструкции по наблюдениям за деформациями бортов, откосов уступов и отвалов на карьерах и разработке мероприятий по обеспечению их устойчивости, утвержденной Государственным комитетом по надзору за безопасным ведением работ в промышленности и горному надзору при Совете Министров СССР 21 июля 1970 (с изм. на 30.12.2020) : постановление Правительства Российской Федерации от 06.08.2020 № 1192. – Текст : электронный // Консультант-Плюс.

## **Природоохранные технологии, переработка и утилизация техногенных образований и отходов**

doi 10.32683/978-5-7795-0932-9-2021-123-128

УДК 628.161.2+546.34+544.726.3

### **ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ОЧИСТКИ ПОДМЕРЗЛОТНЫХ ВОД ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ**

**С.В. Федорова**, науч. сотр.

**(Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова  
СО РАН, Якутск),**

**А.Н. Крыжановский**, канд. техн. наук, доцент  
**(НГАСУ (Сибстрин), Новосибирск)**

Основными компонентами, ограничивающими использование подмерзлотных вод Центральной Якутии в питьевых целях, являются натрий, фтор и литий. На основе проведенных экспериментальных исследований авторами разработана технологическая схема очистки подмерзлотных вод Центральной Якутии для питьевого водоснабжения, предусматривающая снижение повышенных концентраций этих элементов до нормативных значений. Технологическая схема очистки внедрена и опробована на действующей водозаборной скважине в г. Якутске.

Ключевые слова: подмерзлотные воды, Якутский артезианский бассейн, криолитозона, многолетнемерзлые породы, предельно допустимая концентрация, литий, фтор, натрий, ионный обмен, обратный осмос

Вопрос вовлечения подмерзлотных вод Якутского артезианского бассейна в системы хозяйственно-питьевого водоснабжения населения Центральной Якутии в настоящее время весьма актуален. Характерной особенностью химического состава рассматриваемых подмерзлотных вод, существенно затрудняющей их широкое применение в питьевых целях, является повышенное содержание лития, фтора и натрия. Так, концентрация лития в пресных подмерзлотных водах Центральной Якутии достигает 25–35 предельно допустимых концентраций (далее – ПДК), концентрация фтора 8–10 ПДК, концентрация натрия 2–2,5 ПДК [1, 2].

На базе лаборатории подземных вод и геохимии криолитозоны Института мерзлотоведения (далее – ИМЗ) СО РАН была выполнена опытно-промышленная апробация ионообменного метода с целью делитирования подмерзлотных вод Якутского артезианского бассейна для питьевого водоснабжения [3–5]. В результате проведенных работ установлена высокая эффективность метода ионного обмена в отношении ионов лития. На основе полученных данных авторами разработана и внедрена комплексная технологическая схема очистки воды, предусматривающая снижение концентраций натрия, фтора и лития до нормируемых значений.

Апробация комплексной схемы очистки проведена на скважине № 1-Я (ИМЗ СО РАН, Якутск), которая каптирует нижнеюрский водоносный горизонт, залегающий под толщей многолетнемерзлых пород мощностью 320 м. Водовмещающие породы представлены разнородными песчаниками с прослоями алевролитов и глин. По данным многолетнего гидрохимического опробования подмерзлотных вод из скважины № 1-Я, химический состав их хлоридно-гидрокарбонатный натриевый с минерализацией 780–1000 мг/л (ПДК 1000 мг/л), содержание лития в них составляет 0,12–0,21 мг/л (ПДК 0,03 мг/л), фтора 3,7–5,4 мг/л (ПДК 1,2–1,5 мг/л), натрия 220–250 мг/л (ПДК 200 мг/л).

Комплексная схема предусматривает три основные ступени очистки и кондиционирования воды: установку обратного осмоса, ионообменного фильтра и станции кондиционирования воды (рис. 1). В качестве ионообменного фильтра использовался стандартный напорный фильтр диаметром 325 мм и высотой 1700 мм с катионитом марки Lewatit в Na-форме с полной обменной емкостью 2 г-экв/л, объем катионита составил 70 л. Изучение снижения концентрации фтора и натрия в подмерзлотных водах проведено с использованием обратноосмотической установки производительностью по пермеату до 2 м<sup>3</sup>/ч. Химический анализ проб воды до и после очистки выполнялся методом капиллярного электрофореза на приборе «Капель-104Т».

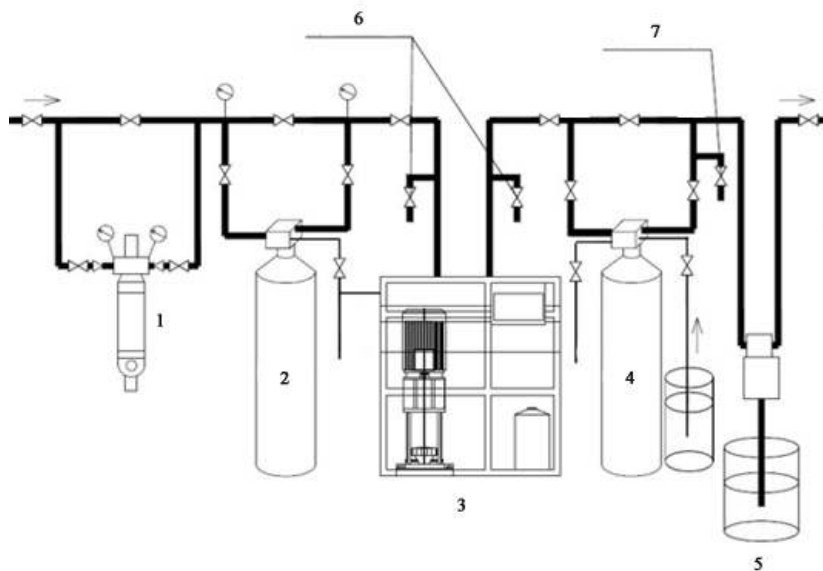


Рис. 1. Комплексная технологическая схема очистки подмерзлотных вод Центральной Якутии [2]:

- 1 – фильтр грубой механической очистки; 2 – фильтр тонкой механической очистки; 3 – установка обратного осмоса; 4 – ионообменный фильтр с регенерационным баком; 5 – станция дозирования солей жесткости; 6 – отбор проб пермеата и концентрата после установки обратного осмоса; 7 – отбор проб воды после установки ионного обмена

Исходная вода после фильтров грубой и тонкой очистки поступает на первую ступень – установку обратного осмоса, которая настроена на выход 70 % пермеата. На этой ступени происходит снижение содержания натрия и фтора до установленных ПДК, а также частичное снижение содержания лития (см. таблицу). Далее вода поступает на вторую ступень – установку ионного обмена, где происходит доочистка воды от ионов лития. В процессе очистки наблюдается значительное снижение общей жесткости воды, поэтому очищенная вода подается на

третью ступень – станцию кондиционирования воды по содержанию ионов кальция и магния.

**Химический состав подмерзлотных вод  
в естественном состоянии и после очистки**

Показатели химического состава	Единица измерения	Предельно допустимая концентрация	Исходная вода	Вода после		
				первой ступени	второй ступени	третьей ступени
Минерализация	мг/л	1000	870,0	420,0	421,0	470,0
Жесткость	мг-экв/л	7	0,8	0,15	< 0,05	4,5
pH	–	6,5–8,5	7,2	6,9	7,0	7,1
Натрий (Na <sup>+</sup> )	мг/л	200	245,0	140,0	143,0	143,0
Кальций (Ca <sup>2+</sup> )	мг/л	80	12,0	0,9	0,15	28,0
Магний (Mg <sup>2+</sup> )	мг/л	50	2,4	0,5	0,1	22,0
Бикарбонаты (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	мг/л	–	500,0	215,0	215,0	215,0
Хлориды (Cl <sup>-</sup> )	мг/л	350	104,0	48,0	49,0	49,0
Сульфаты (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	мг/л	500	2,0	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Фтор (F <sup>-</sup> )	мг/л	1,5	5,1	1,2	1,2	1,2
Литий (Li <sup>+</sup> )	мг/л	0,03	0,13	0,07	< 0,03	< 0,03

Проведенные экспериментальные исследования в ходе пусконаладочных работ показали, что предварительная обработка воды методом обратного осмоса позволяет в 4–5 раз увеличить фильтроцикл ионообменной установки (рис. 2), в результате чего сокращается количество регенераций и, соответственно, уменьшаются эксплуатационные расходы.

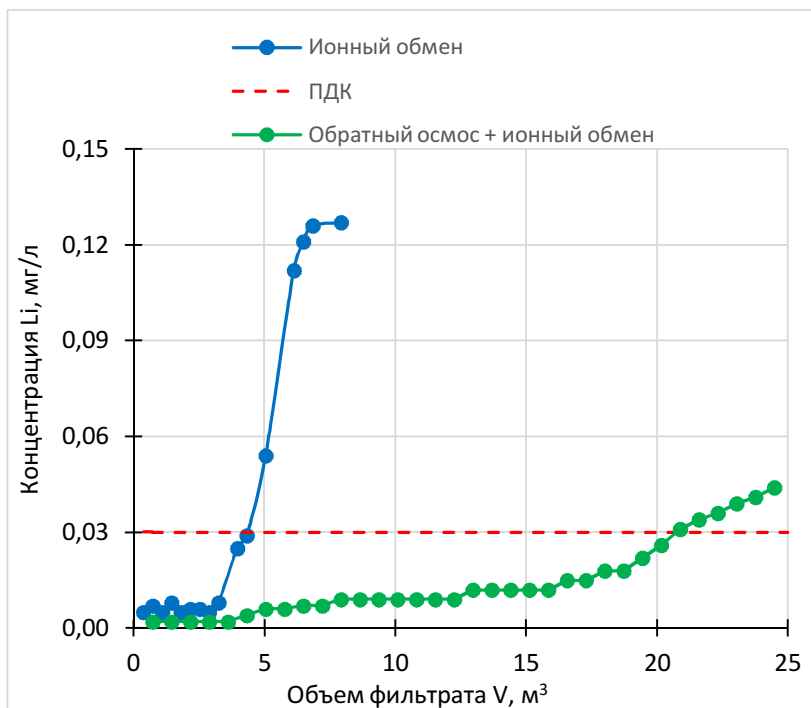


Рис. 2. Зависимость остаточной концентрации лития от объема профильтрованной воды при обработке ее на ионообменной установке по комбинированной схеме

Апробация комплексной схемы показала, что подмерзлотные воды, прошедшие подготовку, полностью соответствуют требованиям, установленным нормативными документами. Результаты проведенных исследований могут быть использованы при проектировании систем хозяйственно-питьевого водоснабжения населенных пунктов и производственных объектов Центральной Якутии.

### Список литературы

1. Балобаев, В. Т., Иванова, Л. Д., Никитина, Н. М., Шепелев, В. В., Ломовцева, Н. С., Скутин, В. И. Подземные воды



- Центральной Якутии и перспективы их использования. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2003. – 137 с.
2. *Fedorova, S. V.* Use of Subpermafrost Groundwater Resources for Drinking Water Supply in Yakutia // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 2020. – Vol. 459. – P. 052002.
  3. *Федорова, С. В., Крыжановский, А. Н.* Удаление лития из подземных вод ионообменным методом // Водоснабжение и санитарная техника. – 2017. – № 2. – С. 47–52.
  4. *Федорова, С. В.* Распределение лития в подмерзлотных водах и возможности их использования для питьевого водоснабжения в Якутии // Водоснабжение и санитарная техника. – 2020. – № 7. – С. 17–23.
  5. *Fedorova, S., Kryzhanovsky, A.* The Using of Ion Exchange Method of Urban Territories' Sub-Surface Waters Purification in Sakha (Yakutia) // MATEC Web of Conferences. – 2018. – P. 04003.

## **Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна**

doi 10.32683/978-5-7795-0932-9-2021-129-133

УДК 629.1.062

### **РАСЧЕТ ГАЗОВЫХ СЕТЕЙ НА ТЕРРИТОРИЯХ С НЕРАВНОМЕРНОЙ ПЛОТНОСТЬЮ ГАЗОПОТРЕБЛЕНИЯ**

**А.И. Мухин**, канд. техн. наук, доцент  
(НГАСУ (Сибстрин), Новосибирск)

В работе рассматривается методика расчета сетей газораспределения, учитывающая неравномерность плотности газопотребления. Методика основывается на использовании нормативных значений годового расхода теплоты (газа) одним жителем, что позволяет на стадии технического проекта распределить суммарную нагрузку всей газоснабжаемой территории по отдельным зонам с учетом различий в газовом оборудовании квартир и численности жителей, т.е. в соответствии с фактическим газопотреблением.

Ключевые слова: сети газораспределения, плотность газопотребления

В современных системах газоснабжения городов доставка природного газа в жилые микрорайоны и кварталы в основном осуществляется по сети уличных распределительных газопроводов низкого давления. На начальном этапе проектирования такой сети (стадия разработки технического проекта) очень мало информации о потребителях, которые будут к ней подключены. Обычно известны только направления использования газа и часовая суммарная нагрузка на всю гидравлически связанную сеть газораспределения, рассчитанная исходя из годового расхода газа. При этом неизвестны количество газовых приборов, их типы и места установки. По этой причине на первом этапе проектирования необходимо определить схему отдачи топлива из сети и распределить суммарную нагрузку так, чтобы расчетные рас-

ходы газа в наибольшей степени соответствовали фактическому газопотреблению.

Для распределения суммарной нагрузки сети низкого давления (часового расхода газа) в литературе [1, с. 142; 2, с. 88] предлагается разделить газоснабжаемую территорию на несколько районов, отличающихся друг от друга характером застройки, плотностью населения и степенью использования газа в жилых домах. В результате каждый из таких районов должен характеризоваться своей плотностью газопотребления. Однако до настоящего времени в специальной литературе не было рекомендаций по определению показателей, характеризующих плотность газопотребления в отдельных районах. Также отсутствует сопоставление результатов гидравлического расчета распределительных газопроводов низкого давления, полученных при разделении территорий на отдельные районы с разной плотностью газопотребления и по усредненной величине удельного путевого расхода. По этим причинам вопрос о методах расчета распределительных газопроводов систем низкого давления на территориях с неравномерной плотностью газопотребления нуждается в дальнейшем исследовании.

Мы предлагаем в качестве характеристики плотности газопотребления использовать удельный часовой расход газа, приходящийся на одного жителя в  $\text{м}^3/(\text{ч}\cdot\text{чел.})$ . Применяя данную характеристику для разделения газоснабжаемой территории на районы, достаточно учитывать только степень использования газа в жилых домах, поскольку плотность населения будет в дальнейшем учитываться при определении часовой нагрузки каждого района.

Степень использования газа напрямую зависит от газового оборудования квартир и наличия или отсутствия централизованного горячего водоснабжения. Количественно в квартирах она может быть оценена посредством норм расхода газа на коммунально-бытовые нужды в МДж (чел./год), которые приводятся в [3]. В соответствии с типологией норм расхода газа в общем случае можно выделить районы трех видов:

1) наличие в квартире газовой плиты и централизованного горячего водоснабжения (норма расхода газа  $q_1$ );

2) наличие газовой плиты и газового водонагревателя при отсутствии централизованного горячего водоснабжения (норма расхода газа  $q_2$ );

3) наличие газовой плиты и отсутствие централизованного горячего водоснабжения и газового водонагревателя (норма расхода газа  $q_3$ ).

Для определения удельных часовых расходов газа, приходящихся на одного жителя, в отдельных районах города можно предложить следующую методику.

В соответствии с нормами расхода газа в отдельных районах  $q_1, q_2, q_3$  обозначим удельный часовой расход, приходящийся на одного жителя,  $\text{м}^3/(\text{ч}\cdot\text{чел.})$ , –  $\tilde{L}_1, \tilde{L}_2, \tilde{L}_3$ , а численность жителей –  $N_1, N_2, N_3$  (чел.). Тогда часовая суммарная нагрузка на систему газораспределения низкого давления,  $\text{м}^3/\text{ч}$ , может быть выражена следующим уравнением:

$$L_{\Sigma} = \tilde{L}_1 N_1 + \tilde{L}_2 N_2 + \tilde{L}_3 N_3. \quad (1)$$

Удельные часовые расходы газа для разных районов определяются на основании их пропорциональности нормам годового расхода теплоты:

$$\tilde{L}_1 / \tilde{L}_2 = q_1 / q_2 ; \quad (2)$$

$$\tilde{L}_1 / \tilde{L}_3 = q_1 / q_3 . \quad (3)$$

Из (2) выразим  $\tilde{L}_2$ :

$$\tilde{L}_2 = \tilde{L}_1 \frac{q_2}{q_1} . \quad (4)$$

Из (3) выразим  $\tilde{L}_3$ :

$$\tilde{L}_3 = \tilde{L}_1 \frac{q_3}{q_1} . \quad (5)$$

Выполним подстановку (4) и (5) в (1):

$$L_{\Sigma} = \tilde{L}_1 N_1 + \tilde{L}_1 \frac{q_2}{q_1} N_2 + \tilde{L}_1 \frac{q_3}{q_1} N_3. \quad (6)$$

Из (6) получаем уравнение для расчета удельного часового расхода, приходящегося на одного жителя, для первого района:

$$\tilde{L}_1 = \frac{L_{\Sigma}}{N_1 + \frac{q_2}{q_1} N_2 + \frac{q_3}{q_1} N_3}. \quad (7)$$

Аналогичные уравнения можно записать для удельного часового расхода для других районов:

$$\tilde{L}_2 = \frac{L_{\Sigma}}{\frac{q_1}{q_2} N_1 + N_2 + \frac{q_3}{q_2} N_3}; \quad (8)$$

$$\tilde{L}_3 = \frac{L_{\Sigma}}{\frac{q_1}{q_3} N_1 + \frac{q_2}{q_3} N_2 + N_3}. \quad (9)$$

Поскольку на стадии технического проекта численность жителей в отдельных районах либо известна, либо может быть определена на основании исходных данных, то по уравнениям (7)–(9) можно рассчитать удельные часовые расходы газа, приходящиеся на одного жителя, для любого из районов поселения.

С использованием удельных часовых расходов газа, приходящихся на одного жителя, рассчитываются часовые расходы (нагрузки), м<sup>3</sup>/ч, для каждого района:

$$L_i = \tilde{L}_i N_i. \quad (10)$$

Таким образом, с помощью предложенной методики удается распределить суммарную нагрузку всего поселения по отдельным районам с учетом различий в газовом оборудовании квартир и численности жителей, т.е. в полном соответствии с фактическим газопотреблением.

### **Список литературы**

1. *Брюханов, О. Н., Жила, В. А., Плужников, А. И.* Газоснабжение : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. – Москва : Академия, 2008. – 448 с.
2. *Ионин, А. А.* Газоснабжение : учеб. для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : Стройиздат, 1989. – 439 с.
3. *СП 42-101-2003.* Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб : введ. 2003-07-08. – Москва : ЗАО «Полимергаз», 2003. – 201 с.

## РАСЧЕТ МИНИМУМА РАСТВОРИМОСТИ МАГНЕТИТА В ТЕПЛОСЕТЕВОЙ ВОДЕ С РАЗНЫМ ЗНАЧЕНИЕМ ВОДОРОДНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ

**Д.Б. Чапаев**, канд. техн. наук, доцент  
(НГАСУ (Сибстрин), Новосибирск),  
**С.Г. Чапаева**, канд. техн. наук, ст. преподаватель  
(НВВКУ, Новосибирск)

Из уравнения, найденного с помощью аппроксимации опытных данных растворимости магнетита в теплоносителе городских водяных сетей, определены значения температур теплоносителя с различным водородным показателем, при которых растворимость магнетита минимальна.

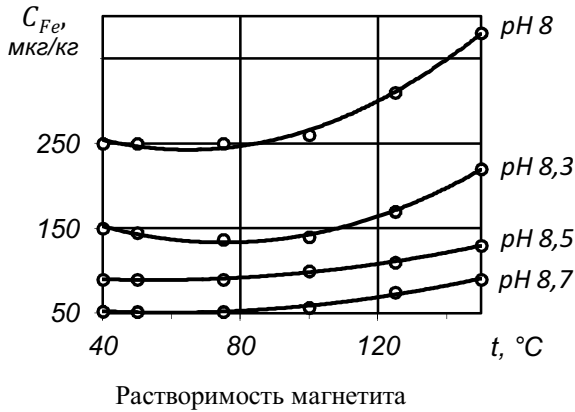
Ключевые слова: коррозия трубопроводов, растворимость магнетита, тепловые сети

Одним из основных показателей в методике прогнозирования плановых ремонтов трубопроводов водяных тепловых сетей, выполненных из углеродистой конструкционной стали [1], учитывающей их коррозионный износ в процессе эксплуатации, является растворимость магнетита  $C_{Fe}$  в теплосетевой воде, которая влияет на скорость внутренней коррозии трубопровода, протекающей с кислородной деполяризацией.

Для удобства выполнения расчетов скорости внутренней коррозии трубопровода на ПЭВМ данные по растворимости магнетита  $C_{Fe}$  в диапазоне температур  $t$  от 40 до 150 °С и значений  $pH$  от 8 до 10, представленные в [2, 3] в виде отдельных опытных точек, были нами аппроксимированы. Найдено уравнение поверхности  $C_{Fe}(t, pH)$ , мкг/кг:

$$C_{Fe}(t, pH) = 2 \cdot 10^{14} \left( pH^{-17,68} t^2 - 3 pH^{-16,01} t + 10^7 pH^{-20,77} \right).$$

Ниже представлен график функции  $C_{Fe}(t, pH)$  в данной области определения в координатах  $C_{Fe} - t$  с изолиниями  $pH = 8; 8,3; 8,5; 8,7$  (данные из [2, 3] показаны точками):



Чем меньше величина  $C_{Fe}$ , тем меньше интенсивность внутренней кислородной коррозии трубопровода. Для любого значения водородного показателя  $pH$  существует такая температура теплоносителя  $t_o(pH)$ , °С, при которой растворимость магнетита в теплосетевой воде  $C_{Feo}(pH)$  минимальна.  $t_o(pH)$  и  $C_{Feo}(pH)$  можно найти из условия:

$$\frac{\partial C_{Fe}(t, pH)}{\partial t} = 4 \cdot 10^{14} \left( pH^{-17,68} t^{-1,5} pH^{-16,01} \right) = 0,$$

откуда получаем  $t_o(pH) = 1,5 pH^{1,67}$ , °С.

$$C_{Feo}(pH) = 4,5 \cdot 10^{14} pH^{-14,34} \left( 0,44 \cdot 10^7 pH^{-6,43} - 1 \right), \text{ мкг/кг.}$$

Функция  $C_{Feo}(pH)$  при температурах  $t_o(pH)$  принимает минимальные значения, так как  $\frac{\partial^2 C_{Fe}(t, pH)}{\partial t^2} = 4 \cdot 10^{14} pH^{-17,68} > 0$ .

В таблице представлены результаты расчета температур сетевой воды для различных значений ее водородного показателя, при которых растворимость магнетита минимальна:



$pH$	8	8,3	8,5	8,7	9	9,5
$t_o, ^\circ C$	48,3	51,4	53,5	55,6	58,8	64,4
$C_{Fe o},$ мкг/кг	295,9	131,5	77,2	45,5	20,7	5,5

При сопоставлении данных рисунка и таблицы видно некоторое отличие в расчетных значениях  $t_o$  и  $C_{Fe o}$ , что связано с неточностью аппроксимации функции  $C_{Fe}(t, pH)$ . Однако, как показывают расчеты скорости внутренней коррозии трубопровода в потоке теплоносителя, такое отклонение дает погрешность результатов в пределах 5 %, что приемлемо для инженерных расчетов.

При  $pH$  теплоносителя более 9,5 в диапазоне температур от 40 до 150 °С скорость внутренней коррозии трубопроводов тепловых сетей настолько мала, что в расчетах срока службы трубопроводов ею можно пренебречь.

Результаты расчетов могут быть использованы при определении оптимального температурного режима в теплосетях.

### Список литературы

1. Чапаев, Д. Б., Оленников, А. А., Оленников, Е. А., Захаров, А. А. Учет внутреннего коррозионного износа теплопроводов, транспортирующих однофазный теплоноситель (воду), при оценке их срока службы // Вестник Тюмен. гос. ун-та. Физико-математическое моделирование. Нефть, газ, энергетика. – 2017. – Т. 3, № 3. – С. 99–109.
2. Кристенсен, О., Андерсен, С. Новые датские стандарты водоподготовки // Водоочистка. – 2008. – № 6. – С. 56–60.
3. Маргулова, Т. Х., Мартынова, О. И. Водные режимы тепловых и атомных электростанций. – Москва : Высшая школа, 1987. – 319 с.

## **РЕГЕНЕРАТИВНЫЕ ТЕПЛООБМЕННИКИ ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ ТЕПЛОТЫ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ ВЫБРОСОВ**

**А.В. Черкасова**, магистрант,

**Д.А. Хлюстов**, магистрант,

**И.В. Мезенцев**, канд. техн. наук

**(НГАСУ (Сибстрин), Новосибирск)**

В работе представлены результаты натурных экспериментальных исследований трубчатых теплообменников при реверсивных режимах течения воздуха. Исследования показали, что коэффициент теплоутилизации для стандартного пропиленового модуля при толщине 40 мм составил 24 %, а для трубчатого теплообменника – 49 %. При толщине 115 мм коэффициент теплоутилизации для пропилена составил 40 %, для трубчатого теплообменника – 65 %. На предложенную трубчатую конструкцию теплообменника был получен патент РФ № 2727106.

Ключевые слова: вентиляция, рекуперация, теплообмен, регенеративный теплообменник, коэффициент теплоутилизации

Современный человек проводит в закрытом пространстве до 90 % продолжительности суток. Воздух в помещении может содержать аллергены, частички пыли, бактерии и т.д. Недостаток кислорода негативно сказывается на здоровье. Эту проблему можно решить с помощью вентиляции, которая помогает организовать приток свежего и вытяжку отработанного (насыщенного углекислым газом) воздуха. Поступление воздуха можно осуществить путем периодического открывания окон, установкой приточного клапана, компактного приточного вентиляционного устройства или монтажом приточно-вытяжных установок с утилизацией тепла.

У каждого способа есть свои преимущества и недостатки. Одним из наиболее перспективных решений проблемы с точки зрения энергосбережения является использование технологии утилизации тепла вытяжного воздуха для нагрева приточного.

Это обеспечивают приточно-вытяжные установки, работающие в реверс-режимах.

Принцип работы регенератора следующий: комнатный воздух при вытяжке передает теплоту теплообменнику, а в цикле приточки холодный воздух нагревается. Таким образом, теплообменник является одним из главных элементов регенератора. В настоящее время в качестве теплообменного модуля используют керамику или пропилен. Выбор материала для теплообменника представляет собой сложную задачу, поскольку он зависит от теплофизических свойств материала. Авторами работ [1–3] теоретически и экспериментально было показано, что в качестве теплоаккумулирующей насадки целесообразно применять материалы с максимальной объемной теплоемкостью. Наилучшими характеристиками по объемной теплоемкости обладает вода. Если сравнивать теплоаккумулирующую способность керамики, пропиленовой насадки и воды, а в расчетах задаться определяющей величиной – объемом, так как при монтаже устройства в стену определяющей величиной будет толщина, то теплоаккумулирующая способность воды окажется почти в 2 раза больше, чем у керамики и пропиленовой насадки. Но если учитывать фазовый переход «вода – лед», от  $-10$  до  $20$  °С, то нужно в 7–8 раз больше теплоты, чтобы нагреть или охладить воду. Таким образом, применение фазового перехода «вода – лед» позволяет почти на порядок увеличить емкость запасаения теплоты.

Нами были спроектированы и изготовлены решетки с использованием аддитивных технологий. В решетки были вставлены трубочки диаметром 3,2 мм, заполненные водой на 85 % от своего объема. Решетки соединялись между собой, и получался теплообменник.

На изготовленной установке были проведены натурные экспериментальные исследования (время переключения между циклами составляло 40 с, расход воздуха  $60 \text{ м}^3/\text{ч}$ ). Для сравнения в одинаковых условиях брали пропиленовый теплообменный модуль такой же толщины, как и теплообменный модуль с трубочками (рис. 1). Исследования показали, что коэффициент теплоутилизации для пропилена составил 24 %, а для насадки

с трубочками – 49 % при толщине 40 мм. При толщине 115 мм коэффициент теплоутилизации для пропилена составил 40 %, для исследуемой насадки – 65 %.

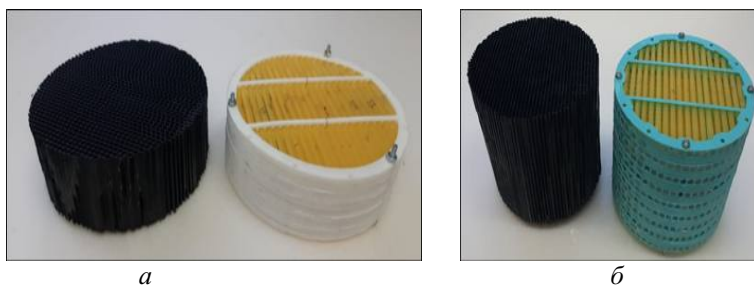


Рис. 1. Теплообменники толщиной: *a* – 40 мм; *б* – 115 мм

Поскольку в ходе экспериментов менялась разность температур, то удобно представить коэффициент теплоутилизации в зависимости от безразмерного перепада температур. На графике (рис. 2) видно, что при одинаковых температурных условиях коэффициент теплоутилизации для теплоаккумулирующей насадки имеет выше значения, чем для пропиленового модуля.

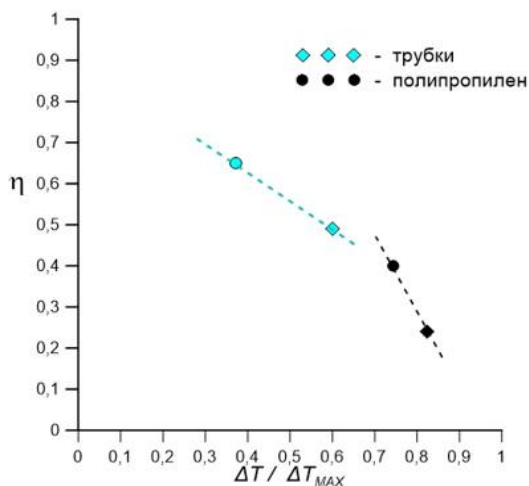


Рис. 2. Коэффициент теплоутилизации для теплоаккумулирующей насадки и пропиленового модуля

Изобретение было зарегистрировано, и получен патент РФ № 2727106 «Теплоаккумулирующий теплообменник для реверсивных режимов работы в системах вентиляции» [4].

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-08-00694.*

### **Список литературы**

1. *Аристов, Ю. И., Мухин, В. А., Мезенцев, И. В.* Новый подход к регенерации теплоты и влаги в системе вентиляции помещений. 1. Лабораторный прототип регенератора // Инженерно-физический журнал. – 2006. – Т. 79, № 3. – С. 143–150.
2. *Васильев, В. А.* Методы расчета тепловых процессов в стационарном переключающемся регенеративном теплоутилизаторе : автореф. ... дис. канд. техн. наук : 05.04.03. – Санкт-Петербург, 2010. – 21 с.
3. *Borodulin, V. Yu., Nizovtsev, M. I.* A criterial analysis of the effectiveness of air-to-air heat exchangers with periodic change of airflow direction // Applied Thermal Engineering. – 2018. – Vol. 130. – P. 1246–1255.
4. *Патент № 2727106* Российская Федерация, СПК F24F 7(100) (2020.02), F24F 12/00 (2020.02). Теплоаккумулирующий теплообменник для реверсивных режимов работы в системах вентиляции : № 2020100056 : заявл. 29.01.2020 : опубл. 20.07.2020 / Мезенцев И. В., Мезенцева Н. И., Жуков В. Е., Черкасова А. В., Фадеев К. А. – 12 с.

# СОВРЕМЕННЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИХ ПРОИЗВОДСТВА

---

doi 10.32683/978-5-7795-0932-9-2021-141-147

УДК 628.926

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ОТРАЖЕНИЯ ФАСАДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

**Е.П. Матус**, канд. техн. наук, доцент,

**А.Е. Щербинина**, студент

**(НГАСУ (Сибстрин), Новосибирск)**

В статье приводится анализ влияния отражения света фасадами зданий на коэффициент естественной освещенности в помещениях. Выявлены недостатки существующих методов определения коэффициента отражения света фасадными материалами. Предлагается собственный способ определения этого коэффициента. Приводятся результаты экспериментов на прототипе установки, которые показали высокую степень схожести результатов с общепринятыми методами. Показано преимущество предлагаемого способа по сравнению с известными.

Ключевые слова: коэффициент естественной освещенности, городская застройка, коэффициент отражения фасадных материалов

Обеспечение нормированных значений естественного освещения помещений жилых зданий в условиях плотной городской застройки – важная архитектурно-планировочная задача [1]. В настоящее время основной нормируемой величиной является расчетное значение коэффициента естественной освещенности (далее – КЕО), которое определяется по утвержденной методике [2, 3]. Согласно этим требованиям, при боковой системе освещения расчетное значение КЕО находится по формуле:

$$e = (q\varepsilon_n + \varepsilon_{3d}k_{3d}b_{\phi})r_0\tau_0MF, \quad (1)$$

где  $q$  – коэффициент, зависящий от распределения яркости неба по высоте;  $\varepsilon_n$  и  $\varepsilon_{3d}$  – геометрические КЕО от участков не-

ба и зданий, видимых через проем;  $b_{\phi}$  – средняя относительная яркость фасада здания напротив, которая зависит от среднего коэффициента отражения фасада, отношения расстояния между зданиями и длины здания напротив, отношения высоты здания напротив к его длине;  $k_{зд}$  – коэффициент, зависящий от средних коэффициентов отражения фасада здания напротив и внутренних поверхностей помещения, размеров помещения и зданий, их взаимного расположения;  $r_0$  – коэффициент, учитывающий свет, отраженный от внутренних поверхностей помещения;  $\tau_0$  – общий коэффициент светопропускания оконного блока;  $MF$  – коэффициент эксплуатации, учитывающий загрязнение остекления.

Коэффициенты определяются по специальным таблицам с применением интерполяции. В работах [4, 5] была отмечена значительная зависимость КЕО от коэффициента отражения фасада. В табл. 1 приведены примеры того, как влияет эта величина на КЕО при одинаковом расположении и геометрии зданий и помещения.

Таблица 1

Влияние коэффициента отражения фасада на КЕО

Коэффициент отражения фасада $\rho_{\phi}$	Средняя относительная яркость фасада $b_{\phi}$	Коэффициент $k_{зд}$	КЕО, %
0,3	0,12	1,91	0,34
0,4	0,17	1,80	0,46
0,5	0,22	1,69	0,56
0,6	0,28	1,57	0,66

В настоящее время существует утвержденная методика определения коэффициента отражения  $\rho$  [6]. На рис. 1 показана принципиальная схема измерения интегрального и диффузного коэффициентов отражения света [6, п. 6] по указанной методике, имеющей ряд недостатков: а) свет падает на поверхность исследуемого образца узким пучком только под одним углом;

б) для определения коэффициента отражения необходим эталонный образец, для которого нет утвержденной методики изготовления и поверки.

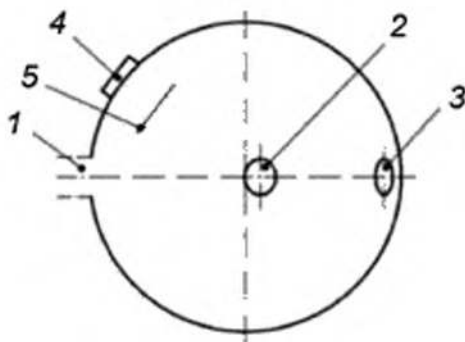


Рис. 1. Принципиальная схема измерения интегрального и диффузного коэффициентов отражения света (вид сбоку):  
1 – порт образца; 2 – порт калибровки; 3 – порт входящего пучка;  
4 – фотоприемник; 5 – экран

В настоящей работе предлагается способ определения коэффициента отражения, лишенный указанных недостатков. Результаты экспериментов на прототипе установки [6] сравниваются с данными, полученными с помощью блескомера БФ5М-45/0/45 по методике [7].

Схема блескомера БФ5М-45/0/45 показана на рис. 2. Исследуемые образцы материалов равномерно распределяются по внутренней поверхности сферы, окрашенной белой диффузно отражающей краской.

Суммарный световой поток, падающий на внутреннюю поверхность сферы с образцами в результате многократных отражений, можно представить в виде бесконечного ряда:

$$\Phi = \Phi_0 + \rho_1 \Phi_0 + \rho_1 \rho_2 \Phi_0 + \rho_1 \rho_2 \rho_3 \Phi_0 + \dots, \quad (2)$$

где  $\Phi_0$  – прямой поток от источника без отражений;  $\rho_i$  – интегральный усредненный коэффициент отражения внутренней поверхности измерительной сферы с образцами после  $i$ -го отражения.



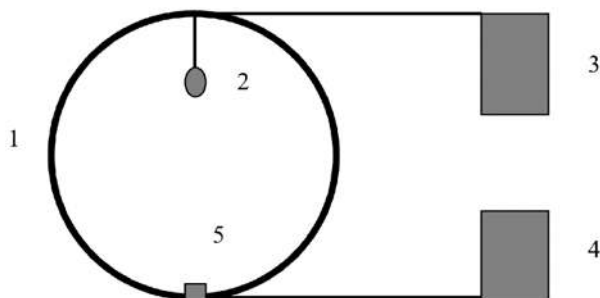


Рис. 2. Схема блескомера БФ5М-45/0/45:

1 – интегрирующая сфера; 2 – источник света; 3 – стабилизатор напряжения; 4 – люксметр; 5 – датчик люксметра

Считая, что интегральные коэффициенты многократных отражений приближенно равны  $\rho$ , а освещенность датчика пропорциональна суммарному световому потоку, получим:

$$E = \frac{E_0}{1-\rho}, \quad (3)$$

где  $E_0$  – прямая освещенность от источника.

Таким образом, измеряя освещенность внутри сферы, можно рассчитать интегральный коэффициент ее отражения. Этот коэффициент связан с коэффициентами отражения образцов  $\rho_{обр}$  площадью  $S_{обр}$ , коэффициентом отражения внутренних поверхностей сферы без образцов  $\rho_{сферы}$ , помещенных на внутреннюю поверхность сферы площадью  $S_{сферы}$ :

$$\rho = \frac{\rho_{обр} S_{обр} + \rho_{сферы} (S_{сферы} - S_{обр})}{S_{сферы}}. \quad (4)$$

Отсюда, зная соотношение площади образцов и сферы, а также предварительно измерив прямую освещенность от источника, получаем значения коэффициентов отражения исследуемых образцов.

На рис. 3 показано расположение образцов внутри сферы.

Прямая освещенность от источника была измерена в темном помещении без отражений при расположении источника и датчика на расстоянии, равном их положению в прототипе ус-

тановки. Для статистического анализа каждый эксперимент проводился сериями из шести одинаковых измерений. В табл. 2 приведены результаты испытаний.



Рис. 3. Образцы в прототипе установки блескомера

Таблица 2  
Значения коэффициента отражения образцов

Цвет образца	Освещенность, клк	Коэффициент отражения	Коэффициент яркости
Белый	$10,20 \pm 0,40$	$0,85 \pm 0,02$	$0,82 \pm 0,02$
Желтый	$8,26 \pm 0,04$	$0,65 \pm 0,03$	$0,63 \pm 0,02$
Пурпурный	$6,43 \pm 0,02$	$0,39 \pm 0,01$	$0,38 \pm 0,02$
Блестящий	$10,48 \pm 0,17$	$0,85 \pm 0,03$	$172,0 \pm 2,0^*$

*Примечание.* \* единицы блеска (определяются для блестящих материалов).

Очевидно, что внесение испытуемых материалов в измерительную камеру приводит к значительному дифференцированному изменению освещенности. Причем блестящий материал

даже немного увеличивает освещенность, что согласуется с ранее полученными результатами [5]. В последнем столбце табл. 2 приведены данные, полученные с помощью блескомера. Их значения ниже, что может быть объяснено использованием в приборах источников освещения, имеющих разные спектральные характеристики.

Сравнение результатов, полученных на прототипе установки блескомера (см. рис. 2), с результатами, полученными с помощью известной методики [6], позволяет сделать заключение о возможности достоверного определения интегрального коэффициента отражения фасадных материалов и материалов, применяемых для внутренней отделки помещений, без использования эталонных образцов и сложных оптических систем. При этом получаемые результаты напрямую связаны со спецификой конкретной задачи определения освещенности внутри помещений при их затенении окружающими зданиями.

#### **Список литературы**

1. *Слукин, В. М., Смирнов, Л. Н.* Обеспечение нормированных условий естественного освещения жилых зданий в уплотненной городской застройке // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. – 2011. – № 4. – С. 75–77.
2. *СП 367.1325800.2017.* Здания жилые и общественные. Правила проектирования естественного и совмещенного освещения : изм. 1 : введ. 2018-06-06. – Москва : Стандартинформ, 2018. – 74 с.
3. *СП 52.13330.2016.* Естественное и искусственное освещение : актуализированная ред. СНиП 23-05-95\* : изм. 1 : введ. 2017-05-08. – Текст : электронный // Техэксперт. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов.
4. *Матус, Е. П., Щербинина, А. Е., Власов, В. А.* Определение коэффициента естественной освещенности при застройке зданиями с блестящими и остекленными фасадами // Труды НГАСУ. – 2020. – Т. 23, № 2 (76). – С. 59–67.

5. Матус, Е. П., Желободько, М. И., Качанова, Е. Д. Особенности расчета инсоляции и естественного освещения в условиях точечной застройки // Современное строительство и архитектура. – 2019. – № 2. – С. 14–18.
6. ГОСТ Р 56709-2015. Здания и сооружения. Методы измерения коэффициентов отражения света поверхностями помещений и фасадов : введ. 2016-05-01. – Москва : Стандартинформ, 2016. – 6 с.
7. ГОСТ 896-69. Материалы лакокрасочные. Фотоэлектрический метод определения блеска : введ. 1970-01-01. – Москва : Изд-во стандартов, 2003. – 4 с.

## **ИЗУЧЕНИЕ СВЕТОПРОПУСКАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОМПОЗИТОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ АРХИТЕКТУРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ**

**С.Е. Ткаченко**, аспирант,

**А.П. Пичугин**, д-р техн. наук, профессор

**(НГАСУ (Сибстрин), Новосибирск)**

Целью работы является изучение светопропускания, микротвердости и плотности строительных композитов. Для определения данных характеристик использовались такие средства измерения, как люксметр и твердомер. Для установления плотности применялся метод по ГОСТ 12730.1-78. Представлен анализ свойств и технологических особенностей декоративных и прозрачных бетонов и материалов, обеспечивающих возможность оформления экстерьеров и интерьеров зданий и сооружений. Приведены первые результаты испытания некоторых составов на прозрачность и физико-механические свойства конгломератов.

Ключевые слова: прозрачность материалов, светопропускаемость материалов, прочность, твердость, плотность, минеральное вяжущее

Декоративный бетон – один из видов архитектурного бетона [1]. Архитектурный бетон – это строительная смесь на основе цементно-песчаного состава с различными минеральными и неорганическими добавками. Архитектурный бетон несет как опорную, так и конструктивную нагрузку, выполняет декоративно-прикладную задачу, так как создаются объекты, имеющие художественную и эстетическую ценность [2].

Термин «архитектурный бетон» изначально появился в профессиональной среде архитекторов для обозначения строительного материала, из которого можно создавать завершённые архитектурные объекты [3].

Данный материал считается высокотехнологичным, открывающим широкий спектр возможностей.

Меняя состав смеси, можно получить бетон с определёнными конструктивными и декоративными свойствами:

1. Если в бетоне преобладают конструктивные свойства, то его называют геометрическим. Применяется для создания монолитных сооружений разных конфигураций посредством опалубки.

2. Если в бетоне преобладают декоративные свойства, то его называют декоративным. Используется для отделки и декорирования готовых поверхностей.

3. Если в бетоне присутствует сочетание конструктивных и декоративных свойств, то его называют скульптурным. Применяется для создания объемных художественно-декоративных изделий – барельефов, рельефов, горельефов, скульптур и пр.

Бетон, в котором преобладают геометрические свойства, получил широкое применение в Германии как материал, решающий многие задачи строительной физики; применяется в строительстве современных зданий, облицовке и создании новых фасадов, внутренней отделке и изменении формы помещений. Долговечность бетонных конструкций, высокопрочные структурные характеристики, разнообразные возможности конфигурации сделали архитектурный бетон наиболее востребованным материалом для возведения больших строительных объектов разнообразных геометрических форм, отливаемых при помощи опалубки.

Первыми, кто стал использовать декоративный бетон и запатентовал соответствующие технологии, стали американские строители в 1960-х гг. Толчком для разработки нового материала стала необходимость сократить сроки строительства взлетно-посадочных полос на военных аэродромах США. Сначала данный материал должен был обладать прочностью и износостойкостью. Красота стояла на втором плане. Но со временем именно сочетание декоративных свойств и высоких эксплуатационных характеристик способствовало росту популярности декоративного бетона. Почти сразу нововведение стали применять в Великобритании, что стало основой его дальнейшего широкого применения за счет впечатляющих эксплуатационных характеристик.

### Декоративный бетон:

- выдерживает нагрузку в 2–3 раза больше, чем прессованная тротуарная плитка;
- стойко переносит воздействие химических веществ, нефтепродуктов, жиров и кислот;
- устойчив к 300 циклам заморозки и ультрафиолетовому излучению;
- практически не стирается транспортом и людьми (низкая истираемость);
- не теряет свойств при температуре от –40 до +40 °С;
- деформируется незначительно.

Этот материал широко используется как для бытовых нужд, так и в промышленном строительстве. Его можно увидеть на тротуарах и дорогах, автомобильных стоянках и станциях метрополитена, у памятников и в бассейнах и т.д. Им украшают колонны и порталы, малые архитектурные формы и полы в ресторанах и отелях, больницах и образовательных учреждениях. Ведь помимо прочности он обладает способностью противостоять скольжению ног и автомобильных колес.

Еще одним достоинством этого отделочного материала считается его способность имитировать природный камень, булыжник и мрамор. Он обладает неограниченными возможностями воспроизведения фактуры, цветовой гаммы и рельефного рисунка. Это происходит за счет применения инновационных технологий алмазной обработки и компьютерного моделирования.

Данный вид бетона дает возможность создавать поверхности, которые позволяют получить эффект полного соответствия любым старинным натуральным материалам. В связи с этим он широко применяется в реставрационных работах. Благодаря применению 20 пигментов можно получить любой оттенок, защиту которого от солнечных лучей и агрессивных жидкостей гарантирует отвердитель.

### Стандартный состав декоративного бетона:

- цемент;
- вода;
- крупный и мелкий заполнители;

- присадки;
- краситель.

В США разработан способ декорирования, который аналогичен обычным бетонным работам, но дополняется этапами армирования, окрашивания слоя покрытия, его формовкой и герметизацией.

Технология изготовления декоративного бетона:

- на поверхность первым слоем укладываются щебень и песок;
- на щебень и песок заливается бетонная смесь;
- разглаживается поверхность;
- наносится цветной отвердитель, в состав которого входят устойчивые пигменты, вяжущий и молотый наполнитель из кварцевого песка и гранита;
- прессовка невысохшей мягкой поверхности соответствующими формами, имитирующими тот или иной природный материал;
- высыхание поверхности;
- нанесение защитного слоя;
- вся поверхность раз в год обрабатывается гидрофобизирующим раствором.

При таком подходе к технологии декоративного бетона покрытие не потеряет свой свежий вид в течение многих лет.

Благодаря совершенствованию технологии стало возможным появление трафаретов для пескоструйных работ и составов из химических веществ для протравливания.

Для определения светопропускаемости и микротвердости композиционных образцов размерами 20×20 мм использовался люксметр LX 1010В и твердомер по Шору NOVOTEST ТШ-А [4, 5]. Для измерения плотности данных образцов применялся метод по ГОСТ 12730.1-78 [6]. Плотность композиционных материалов определялась в сухом состоянии.

Важным достоинством декоративных и светопроницаемых бетонов считается их светопроницаемость. Для определения этого показателя были изготовлены серии различных образцов из светопроницаемых компонентов: чистого кварцевого песка,



силикагеля, алюмосиликатных микросфер, жидкого силикатного стекла и др. В таблице представлены результаты испытаний различных составов по показателям светопропускаемости, микротвердости и плотности:

Свойства композиционных материалов

№ образца	Состав (расход в массовых частях)				Результаты испытаний (измеряемый показатель)		
	кварцевый песок	силикагель	жидкое стекло	алюмосиликатные микросферы	светопропускаемость, лк	микротвердость, НА	плотность, г/см <sup>3</sup>
1	–	1	1	0,5	18	75	1,03
2	–	1	1	1	12	101	0,95
3	–	2	1	0,5	18	92	1,16
4	–	2	1	1	7	84	–
5	–	3	1	0,5	9	98	1,65
6	–	3	1	–	24	89	1,69
7	1	1	1	0,5	14	93	1,56
8	2	–	1	0,5	8	88	1,54
9	3	–	1	0,5	4	67	1,61
10	3	1	1	–	11	92	1,68
11	2	1	2	–	13	98	1,62

Полупрозрачные композиты можно использовать для производства декоративных элементов зданий.

### Список литературы

1. *Курский* центр декоративного бетона : веб-сайт. – Текст : электронный. – URL: <http://dk-beton46.ru> (дата обращения: 24.03.2021).

2. *Мастерская* архитектурного бетона. – Текст : электронный // Arxbeton.ru : веб-сайт. – URL: <https://arxbeton.ru/o-kompanii> (дата обращения: 24.03.2021).
3. *Сластин, О.* Архитектурный бетон – высокотехнологичный строительный и отделочный материал. – Текст : электронный // Decor pro : веб-сайт. – URL: <https://decorpro.blog/2017/08/08/architectural-concrete/comment-page-4/> (дата обращения: 24.03.2021).
4. *Цифровой* люксметр LX1010B : инструкция по эксплуатации. – Текст : электронный // Testers : веб-сайт. – URL: <https://www.testers.ru/upload/iblock/4ba/LX1010B-manual.pdf> (дата обращения: 24.03.2021).
5. *Novotest* : руководство по эксплуатации. – Текст : электронный // NOVOTEST : веб-сайт. – URL: [https://novotest.ua/images/passporta/tverdomery/\\_V1.0.pdf](https://novotest.ua/images/passporta/tverdomery/_V1.0.pdf) (дата обращения: 24.03.2021).
6. *ГОСТ 12730.1-78.* Бетоны. Методы определения плотности. Межгосударственный стандарт : введ. 1980-01-01. – Москва : Стандартиформ, 2018. – 7 с.

# ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И МЕТОДЫ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ДАННЫХ

---

doi 10.32683/978-5-7795-0932-9-2021-154-164

УДК 004.94

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ В МОДЕЛИРОВАНИИ ВОСТОЧНОГО АРХИТЕКТУРНОГО ДЕКОРА

**Н.В. Бессонова**, канд. пед. наук, доцент  
(НГАСУ (Сибстрин), Новосибирск)

В статье анализируется использование современных BIM-технологий в моделировании элементов восточного архитектурного декора. Рассматриваются методы и приемы моделирования, возможности создания изменяемых параметров. Приводятся примеры создания архитектурных деталей, готовых для применения в проектировании новых зданий. В качестве технических средств для решения проблемы использована среда Autodesk Revit Architecture, дающая возможность создания изменяемых семейств с параметрическими зависимостями.

Ключевые слова: параметрическое моделирование, BIM-технологии, информационная модель, моделирование архитектурных объектов, современные программные комплексы, информационное моделирование, моделирование уникальных объектов, Autodesk Revit Architecture

С развитием информационного моделирования возрастает актуальность моделирования различных архитектурных стилей, становится важным вопрос сохранения и возрождения архитектурных традиций в современном зодчестве, в том числе восточного архитектурного стиля.

Реалии развития информационного моделирования диктуют необходимость поиска оптимальных методов и приемов, позволяющих сократить сроки и повысить качество работ по проектированию новых зданий и виртуальной реконструкции памятни-

ков архитектуры [1–4]. Все вышеизложенное обусловило актуальность данной темы.

Развитие BIM-технологий в проектировании открывает новые возможности для решения этой проблемы. Мировым лидером технологии параметрического моделирования считается Autodesk Revit Architecture. В среде данного программного комплекса упрощается и систематизируется процесс проектирования типовых элементов зданий, а возможность создания параметрических семейств позволяет конструировать модели уникальных элементов. Возможность свободной работы с 3D-геометрией расширяет горизонты моделирования архитектурных деталей, сооружений сложных форм и разнообразных архитектурных стилей [5, 6].

Среда Revit Architecture предоставляет проектировщику средства для реализации самых смелых архитектурных фантазий, но моделирование уникальных сложных элементов требует времени, навыков и пространственного воображения.

Цель данной работы – поиск оптимальных методов и приемов информационного моделирования для реализации восточного архитектурного декора.

Как и вся восточная культура, архитектура Востока представляет собой симбиоз большого количества культур, разбросанных как географически, так и исторически. Одна культура сменяла или завоевывала другую, вбирая в себя и архитектурные традиции своих предшественниц.

Уникальность восточному архитектурному декору придают отличительные элементы: балконы, эркеры, геометрия крыш, детали оформления фасада и крыши, фронтоны, обрамление окон, форма проемов, и этот список можно продолжать. Восточную архитектуру отличают изящество и грандиозность любой постройки, высокая декоративность фасадов, витиеватость и мягкость линий (рис. 1).

Анализируя восточные постройки в целом, можно назвать ряд отличительных элементов, которые и интегрируют их в единое целое. Это купола, минареты, проемы декоративной формы, закрытые и открытые балконы с фигурным обрамлением (маш-

рабия), миниатюрные резные ниши в сочетании с растительным узором (арабески), питьевые фонтаны и фонтаны омовения (красиво оформленные киоски с кранами), михрабы и айваны (декоративные ниши фигурной формы), ворота с декоративными нишами и растительными узорами (пештак-портал) и многое другое.



Рис. 1. Примеры зданий в восточном архитектурном стиле

Моделируя такие элементы с использованием разной 3D-геометрии, можно добиться реализации восточного декора в моделях зданий.

Основной метод моделирования уникальных элементов восточного декора – создание параметрических загружаемых семейств. При этом используются методы 3D-геометрии, показанные на рис. 2.

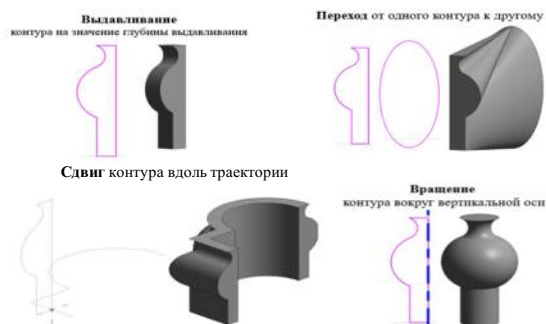


Рис. 2. Способы создания 3D-геометрии элементов семейства

Проемы декоративной формы проектируются по категории семейства «Метрическая система, окно». Вместо стандартного

прямоугольного проема создается фигурный, при необходимости добавляется обрамление как элемент выдавливания, а стекло не добавляется (рис. 3).



Рис. 3. Модели проемов категории «Метрическая система, окно»

Окна конструируются аналогично проемам, только добавляется стекло как элемент выдавливания, а затем декоративные накладные элементы – решетки и прочее (рис. 4).



Рис. 4. Моделирование окон

Двери моделируются на основе категории семейства «Метрическая система, дверь». Редактируется проем, создаются модели полотен и декоративных накладных элементов (рис. 5).



Рис. 5. Моделирование дверей

Балконы (машрабия) моделируются на основе категории семейства «Метрическая система, дверь», но кроме проема,

дверных полотен и накладных элементов моделируются балконная площадка, ограждение и обрамление балкона (рис. 6).



Рис. 6. Моделирование балконов (машрабия)

В восточной архитектуре с древних времен использовались декоративные решетки – позолоченные или более дешевые. Применялись они не только для красоты, но и для защиты от солнечных лучей, что связано с жарким климатом. Декоративные решетки моделируются как семейства категории «Метрическая система, антураж», «Метрическая система, модель на основе стены» или «Метрическая система, модель на основе грани». Создаются они в основном геометрией выдавливания (рис. 7).



Рис. 7. Моделирование декоративных решеток

Питьевые фонтаны и фонтаны омовения, красиво украшенные беседки с кранами, – отдельно стоящие объекты, имеющие не только декоративное назначение, как украшение ландшафта, но и функциональное (рис. 8).

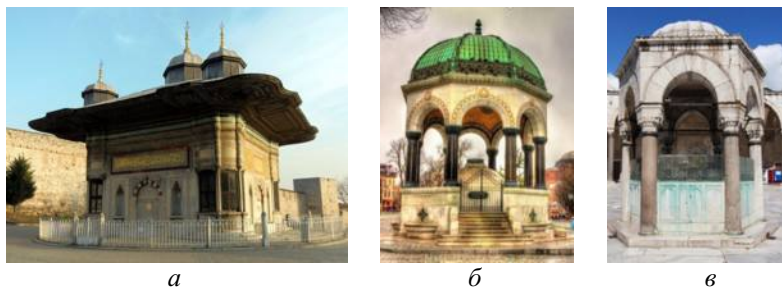


Рис. 8. Фонтаны Стамбула: *а* – фонтан палача; *б* – Немецкий фонтан; *в* – фонтан омовения Голубой мечети

Модели этих объектов – более сложные семейства, чем ранее рассмотренные. Состоят они из множества мелких элементов и их массивов. Моделируются на основе категории «Метрическая система, антураж» (рис. 9, 10).

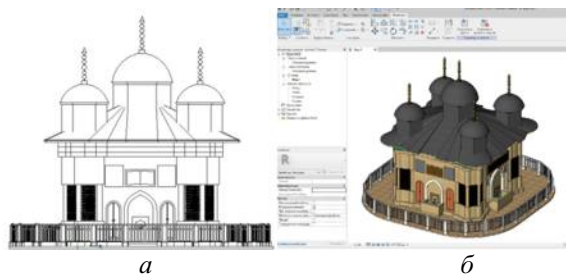


Рис. 9. Фонтан палача: *а* – модель; *б* – вид в окне редактирования семейства



Рис. 10. Модели в окне редактирования семейства: *а* – Немецкого фонтана; *б* – фонтана омовения Голубой мечети



Загрузив каждое из созданных семейств в проект и добавив ландшафт, можно выполнить визуализацию моделей (рис. 11).



Рис. 11. Визуализированные изображения моделей:  
*а* – Фонтана палача; *б* – Немецкого фонтана; *в* – фонтана омовения  
Голубой мечети

Мавзолей Тамерлана в Самарканде содержит ворота (пештак-портал), башни, минарет с куполом и другие интересные с точки зрения архитектуры объекты (рис. 12).



Рис. 12. Мавзолей Тамерлана, Самарканд

Башни, купола и ворота моделируются как семейства категории «Метрическая система, антураж», состоящие из элементов геометрии разного типа: выдавливания, вращения, сдвига,

перехода в продольном компоненте, а также круговых или ортогональных массивов.

Башня с куполом создается как комбинация элемента вращения (стена) и кругового массива элементов перехода в продольном компоненте (рис. 13).



Рис. 13. Модель башни мавзоля Тамерлана в окне семейства и визуализация

Модель ворот – сочетание твердотельной и пустотелой геометрии с облицовкой керамическими изразцами – массивом повторяющихся элементов (рис. 14).

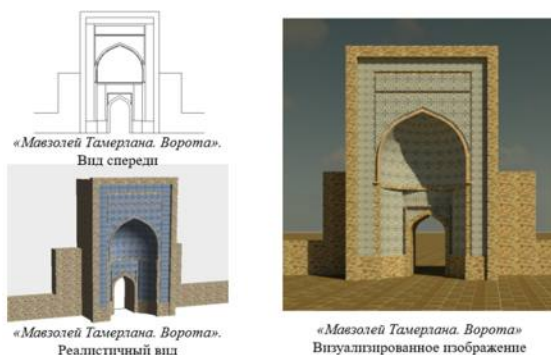


Рис. 14. Модель ворот мавзоля Тамерлана в окнах редактирования семейства и визуализация

В восточном архитектурном декоре часто используется облицовка поверхностей керамическими изразцами ручной работы. Моделируются эти элементы как массивы повторяющихся

элементов с изменяемыми параметрами высоты и длины заполнения.

Можно создать семейство Revit, состоящее из модели одного изразца, который располагается и многократно копируется в окне проекта после загрузки. Но более удобным вариантом моделирования будет конструирование линейного массива уже в семействе, где можно задать зависимость количества элементов от длины и высоты заполнения. Для таких семейств целесообразно выбирать категорию «Метрическая система, типовая модель на основе грани» (рис. 15).

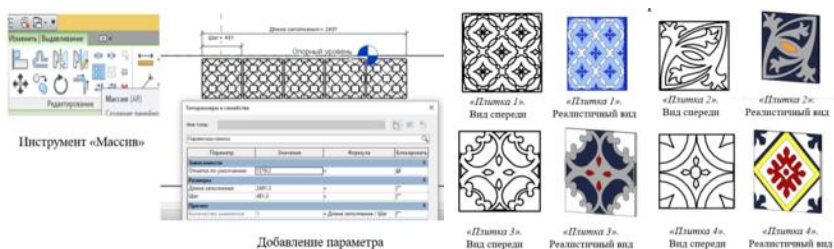


Рис. 15. Разработка массива облицовочных плиток.  
Варианты моделей плиток

После моделирования и систематизации семейств их можно загружать в любой создаваемый проект, выбрав кнопку «Загрузить семейство» (рис. 16).



Рис. 16. Примеры применения семейств в проектах

Вторым методом разработки восточного архитектурного декора является использование геометрии формообразующих, по которым размещаются стены, перекрытия и крыши (рис. 17, 18).

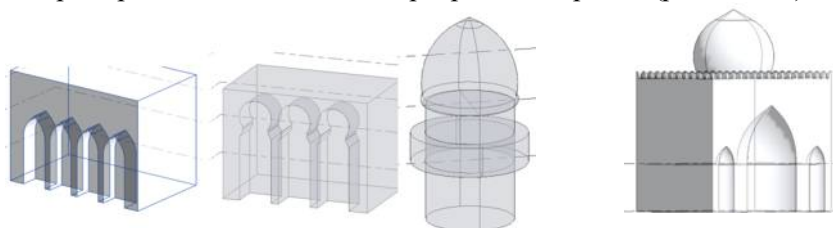


Рис. 17. Примеры создания формообразующих в восточном стиле

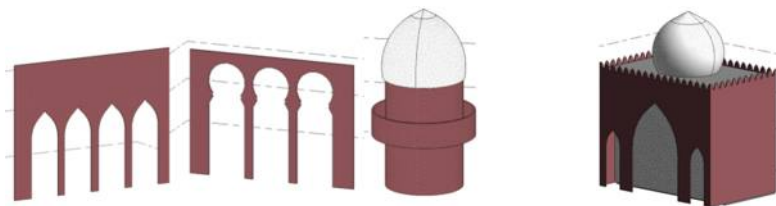


Рис. 18. Моделирование стен и крыш (куполов) по граням формообразующих

Формообразующие применяются для концептуального моделирования, т.е. когда модель нуждается в детальной доработке с использованием контекстных или загружаемых семейств.

Технологии параметрического моделирования позволяют проектировать сооружения любой сложности, в том числе воссоздавать восточный архитектурный стиль и использовать его в современном строительстве, так как технологии 3D-печати позволяют реализовать проекты любой сложности. Некоторые методы и приемы архитектурного информационного моделирования, позволяющие оптимизировать процесс проектирования, активно применяются студентами на кафедре информационных систем и технологий НГАСУ (Сибстрин) в курсовом и дипломном проектировании.

В статье использованы модели, созданные автором, а также студентами В. Нугумановой (фонтан омовения Голубой мечети),

В. Савельевым (здание в восточном стиле – курсовая работа), С. Назриевым (каталоги семейств и примеры применения в проекте выпускной квалификационной работы).

### **Список литературы**

1. *Талапов, В. В.* Технология BIM: суть и особенности внедрения информационного моделирования зданий. – Москва : ДМК Пресс, 2015. – 410 с.
2. *Талапов, В. В.* Основы BIM: введение в информационное моделирование зданий : учеб. пособие. – Москва : ДМК Пресс, 2011. – 391 с.
3. *Козлова, Т., Талапов, В.* BIM в России: Зашиверская церковь. – Текст : электронный // isicad. Ваше окно в мир САПР : веб-сайт. – URL: [http://isicad.ru/ru/articles.php?article\\_num=14459](http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=14459) (дата обращения: 21.06.2021).
4. *Талапов, В., Козлова, Т.* Опыт компьютерного моделирования Храма Василия Блаженного. – Текст : электронный // isicad. Ваше окно в мир САПР : веб-сайт. – URL: [http://isicad.ru/ru/articles.php?article\\_num=14459](http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=14459) (дата обращения: 20.06.2021).
5. *Бессонова, Н. В.* Использование программного комплекса Autodesk Revit Architecture для создания нестандартных параметрических архитектурных элементов зданий и малых архитектурных форм // Наука сегодня: теоретические и практические аспекты : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Вологда, 28 дек. 2016 г. : в 2-х ч. – Вологда : ООО «Маркер», 2017. – Ч. 1. – С. 63–68.
6. *Бессонова, Н. В.* Использование и дополнение информационного обеспечения современных программных комплексов для параметрического моделирования нестандартных архитектурных элементов // Успехи современной науки и образования. – 2017. – Т. 1, № 1. – С. 81–84.

## **АЛГОРИТМЫ НЕПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ДИНАМИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ**

**В.А. Боева**, аспирант  
(НГАСУ (Сибстрин), Новосибирск)

Построение импульсных переходных функций теплофизической системы «воздухонагреватель – вентилятор – помещение» является важным моментом для оценки основных характеристик и качества системы. Оценку точности импульсных переходных функций системы предлагается дать, используя представленный автором робастный алгоритм непараметрической идентификации технических систем. Математическое моделирование системы и проведенные вычислительные эксперименты показали эффективность применения алгоритма для решения прикладных инженерных задач даже при наличии сильно зашумленных экспериментальных данных.

Ключевые слова: задача идентификации, непараметрическая идентификация теплофизической системы, импульсная переходная функция, сглаживающие кубические сплайны

При работе с климатическими системами основная задача – стабилизация параметров микроклимата исследуемой среды. Переходный процесс определяет качество параметров микроклимата и устойчивость системы [1]. Возникает необходимость экспериментального изучения переходных характеристик теплообмена климатических систем, наиболее информативной из которых является импульсная переходная функция (далее – ИПФ).

В качестве параметра подобия, описывающего переходные процессы в климатической системе «воздухонагреватель – вентилятор – помещение» (ВН–ВЕНТ–ПОМ) (рис. 1), используется относительная избыточная теплота  $Q'$  [2], что позволяет вы-

явить качественные закономерности в развитии переходных процессов при прохождении через элементы системы.

В результате обработки экспериментальных данных были получены эволюции значений переходных процессов относительной избыточной теплоты при прохождении через ВН  $Q'_h$ , через ВЕНТ  $Q'_f$ , через ПОМ  $Q'_r$  и в месте установки датчиков (УСТ)  $Q'_s$  в потоке, проходящем через систему (рис. 2). Режим работы ВЕНТ – 0,4.

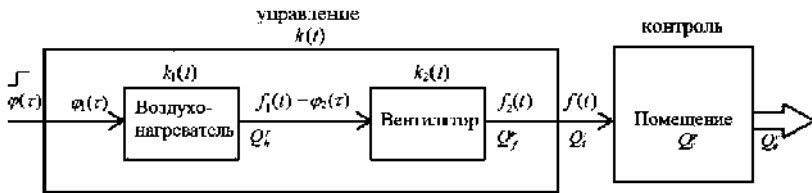


Рис. 1. Схема системы ВН–ВЕНТ–ПОМ

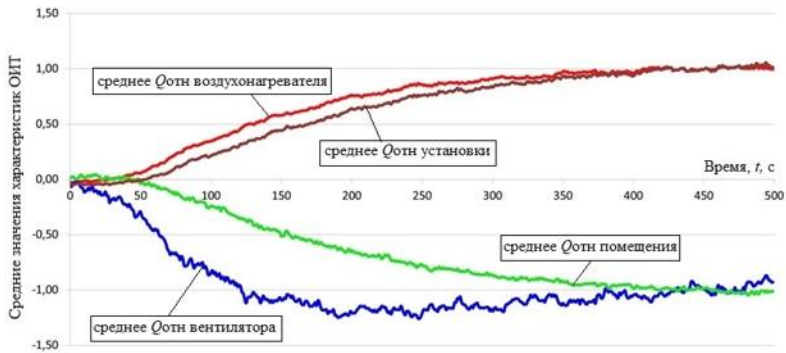


Рис. 2. Экспериментальные зависимости изменения  $Q'$  от времени

Возникающая в системе задача непараметрической идентификации заключается в вычислении оценок ИПФ  $k(t)$  системы управления, называемой установкой, и ее элементов ( $k_1(t)$  для ВН,  $k_2(t)$  для ВЕНТ) по измеренным значениям соответствующих входных сигналов  $\varphi(\tau)$ ,  $\varphi_1(\tau)$ ,  $\varphi_2(\tau)$  и выходных сигналов  $f(t)$ ,  $f_1(t)$ ,  $f_2(t)$ . Сигналы  $f_1(t)$ ,  $f_2(t)$ ,  $f(t)$  – известные, экспе-

риментально полученные при работе с лабораторной установкой [3] зашумленные данные, содержащие погрешности измерений.  $\varphi_1(\tau)$  ( $\varphi(\tau)$ ) – входной сигнал установки, также являющийся входным сигналом ВН, представляющий собой скачок производительности на 0,1.

Процессы, протекающие в контролируемой подсистеме ПОМ, непредсказуемы и носят стохастический характер, поэтому подсистема ПОМ не участвует в общей схеме идентификации. Известная для ПОМ характеристика  $Q_r'$  должна компенсировать влияние установки  $Q_s'$ . Задача поставлена некорректно вследствие нарушения условия устойчивости решения к погрешностям в исходных данных [4].

Для построения устойчивого решения поставленной задачи предлагается использовать разработанные автором алгоритмы непараметрической идентификации технических систем [5, 6].

Алгоритм непараметрической идентификации при ступенчатом входном воздействии [5, 6] в рамках решения поставленной задачи применяется для построения оценок ИПФ  $k(t)$  и  $k_1(t)$  и заключается в дифференцировании соответствующих выходных сигналов  $f(t)$  и  $f_1(t)$  при подаче на вход подсистем функции Хэвисайда с учетом ее амплитуды 0,1 (коэффициента  $K = 0,1$ ):

$$k(t) = \frac{1}{K} \cdot \frac{d}{dt} f(t), t \in [0, T]. \quad (1)$$

Операция дифференцирования является некорректно поставленной задачей. Для получения устойчивой оценки ИПФ зарегистрированные (с ошибками измерения) сигналы  $f(t)$ ,  $f_1(t)$  необходимо первоначально сгладить (отфильтровать), а затем применить операцию дифференцирования. Для этих целей будем использовать аппарат СКС (сглаживающих кубических сплайнов) с естественными краевыми условиями. Особое внимание при этом уделяется выбору параметра сглаживания, который оказывает существенное влияние на величину среднеквадратической ошибки сглаживания, а в дальнейшем и относительной ошибки идентификации [7].



Алгоритм непараметрической идентификации при произвольном входном воздействии [5, 6] в рамках решения поставленной задачи применяется для построения оценки ИПФ  $k_2(t)$ . Он строится на основе обращения интегрального уравнения Вольтерры первого рода с разностным ядром:

$$\int_0^t \varphi(t-\tau)k(\tau)d\tau = f(t), \quad t \in [0, T]. \quad (2)$$

Дифференцируя уравнение (2) по переменной  $t$  и выполняя несложные преобразования, приходим к интегральному уравнению Вольтерры второго рода:

$$k(t) + \frac{1}{\varphi(0)} \int_0^t \varphi'(t-\tau)k(\tau)d\tau = \frac{f'(t)}{\varphi(0)}, \quad t \in [0, T], \quad (3)$$

решение которого уже является корректно поставленной задачей. Однако и в этом случае также необходимо решить проблемы, во-первых, устойчивого дифференцирования зашумленных входного и выходного сигналов идентифицируемой системы и, во-вторых, вычисления интеграла свертки с наименьшими ошибками интегрирования для уменьшения общей систематической ошибки алгоритма идентификации. Преодолеть эти трудности можно благодаря применению упомянутого выше аппарата СКС.

Для построения оценки ИПФ в этом случае сначала необходимо по значениям соответствующих входного и выходного сигналов объекта построить СКС и вычислить их первые производные. Затем формируется матрица  $\Phi$ -размера  $(N-1) \times (N-1)$ , элементы которой определяются согласно правилу:

$$\Phi_{i,j} = \begin{cases} 0 & \text{при } i < j, \\ \int_{t_{i-j+1}}^{t_{i-j+2}} S'_{\varphi,\alpha}(\tau) d\tau & \text{при } i \geq j, \end{cases} \quad (4)$$

где  $i=1 \dots N$ ,  $j=1 \dots N-1$ ;  $S'_{\varphi,\alpha}(\tau)$  – производная по СКС входного сигнала объекта при заданном параметре сглаживания  $\alpha_W$ .

Сформированная матрица  $\Phi$  позволяет аппроксимировать уравнение Вольтерры второго рода (3) системой линейных алгебраических уравнений вида:

$$\left( I + \frac{1}{S_{\varphi, \alpha}(t_1)} \Phi \right) \hat{k} = \frac{1}{S_{\varphi, \alpha}(t_1)} \hat{f}', \quad (5)$$

где  $I$  – единичная матрица, а вектор  $\hat{f}'$  составлен из значений первой производной по СКС выходного сигнала подсистемы в узлах сетки.

Решением системы (5) будет вектор  $\hat{k}$ , проекции которого являются оценками для значений  $k(t_i)$  ИПФ идентифицируемой подсистемы.

В результате обработки зашумленных экспериментальных данных описанным алгоритмом были получены теоретические эволюции значений переходных процессов относительной избыточной теплоты  $Q_h^r$ ,  $Q_f^r$ ,  $Q_r^r$ ,  $Q_s^r$  в потоке, проходящем через систему (рис. 3).

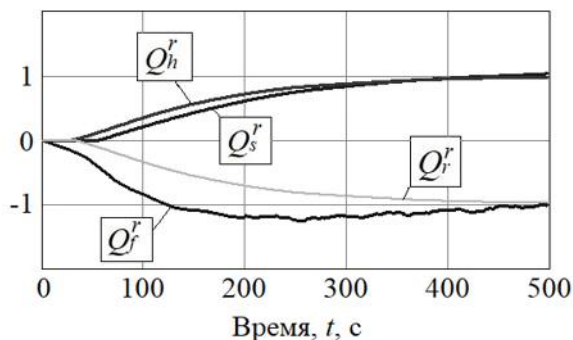


Рис. 3. Теоретические зависимости изменения  $Q^r$  от времени

Величины рассогласования между теоретическими и экспериментальными данными колебались от 1,6 до 7,8 %. По совпадению с высокой точностью экспериментальных данных (см. рис. 2) и теоретических (см. рис. 3) можно заключить, что пред-

ставленные алгоритмы идентификации эффективны и могут применяться для решения прикладных задач.

### Список литературы

1. Мансуров, Р. Ш., Рудяк, В. Я. Переходные процессы в системе нагреватель-вентилятор при изменении режима работы вентилятора // Известия вузов. Строительство. – 2019. – № 3. – С. 50–63.
2. Мансуров, Р. Ш., Кувшинов, Ю. Я. Интеллектуальная система управления процессами формирования микроклимата помещений // Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. Журнал АВОК. – 2011. – № 8. – С. 58–68.
3. Мансуров, Р. Ш. Экспериментальное исследование переходных процессов в системах обеспечения микроклимата // Вестник МГСУ. – 2011. – № 10. – С. 383–389.
4. Тихонов, А. Н., Арсенин, В. Я. Методы решения некорректных задач. – Москва : Наука, 1986. – 285 с.
5. Воскобойников, Ю. Е., Боева, В. А. Алгоритмы непараметрической идентификации сложных технических систем // Научный вестник НГТУ. – 2020. – № 4 (80). – С. 47–64.
6. Воскобойников, Ю. Е., Боева, В. А. Новый устойчивый алгоритм непараметрической идентификации технических систем // Современные наукоемкие технологии. – 2019. – № 5. – С. 25–29.
7. Завьялов, Ю. С., Квасов, Б. И., Мирошниченко, В. Л. Методы сплайн-функций. – Москва : Наука, 1980. – 345 с.

## ПОЛИНОМИАЛЬНЫЙ МАТРИЧНЫЙ МЕТОД СИНТЕЗА СИСТЕМЫ ПОДЧИНЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

**А.А. Воевода**, д-р техн. наук, профессор,

**В.Ю. Филлюшов**, аспирант

(НГТУ, Новосибирск)

Одноканальные объекты с одним входом и несколькими выходами, например двигатели постоянного тока, обычно представляются в многоконтурном виде для построения системы управления по принципу подчиненного регулирования. Мы предлагаем другой подход к синтезу системы управления, заключающийся в матричном представлении модели объекта для применения полиномиального матричного метода синтеза. Цель работы – расчет полиномиальным матричным методом синтеза регуляторов, идентичных построенным по принципу подчиненного регулирования.

Ключевые слова: многоканальная система, полиномиальное матричное разложение, подчиненное регулирование, двигатель постоянного тока

### Введение

Многоканальные объекты управления могут иметь различное количество входных величин по отношению к выходным. Если это количество не равно, тогда они называются *неквадратными* (*non-square*) объектами управления. Например, в работе [1] описан синтез системы управления полиномиальным матричным методом для неквадратных объектов размерностью  $2 \times 1$ , а в работе [2] – размерностью  $1 \times 2$ . Рассмотрен случай большего количества выходных величин по сравнению со входными ( $1 \times 3$ ) [2].

Одноканальные системы управления имеют большее многообразие методов синтеза по сравнению с многоканальными. Поэтому одним из подходов к синтезу таких систем является преобразование многоканальной структуры к одноканальной многоконтурной, где выбирается главная регулируемая величина

на, а остальные рассматриваются как внутренние переменные. Примером такой многоконтурной системы управления служит система подчиненного регулирования [3, с. 80], которая состоит из нескольких контуров управления, каждый из которых имеет обратную связь по определенной выходной величине. Данный подход является классическим для управления различными типами электродвигателей.

В настоящем исследовании приведен такой пример расчета такого регулятора полиномиальным матричным методом, при котором полученное решение после структурных преобразований идентично решению, синтезированному подчиненным методом. Такая нетривиальная задача выбрана для того, чтобы показать возможность применения полиномиального матричного метода синтеза многоканальных систем, которые обычно рассматриваются как одноканальные.

### Синтез системы управления

Пример расчета регулятора полиномиальным матричным методом для неквадратного многоканального объекта, который обычно рассматривается как одноканальный многоконтурный, выполним на классическом объекте – двигателе постоянного тока с независимым возбуждением. Проанализируем его линеаризованную модель, где развиваемая скорость мала, что позволяет не учитывать величину ЭДС вращения (рис. 1).

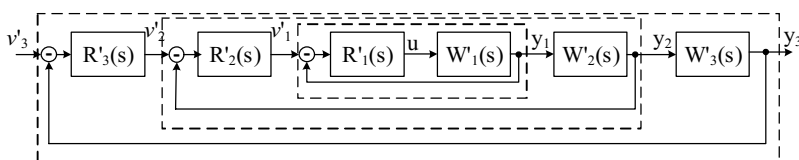


Рис. 1. Астатическая система подчиненного регулирования положения ротора

Перейдем поэтапно от последовательного (стандартного) описания такой системы к полиномиальному матричному.

**Последовательно соединенные** передаточные функции звеньев объекта (см. рис. 1) следующие:

$$W_1'(s) = k_n \frac{r_{\text{я}}^{-1}}{T_{\text{я}} s + 1}, \quad W_2'(s) = \Phi \frac{1}{T_j s}, \quad W_3'(s) = \frac{1}{s},$$

где  $k_n$  – коэффициент усилителя силового полупроводникового преобразовательного агрегата;  $r_{\text{я}}$  – активное сопротивление цепи якоря;  $T_{\text{я}}$  – электромагнитная постоянная времени цепи якоря;  $\Phi$  – магнитный поток возбуждения;  $T_j$  – инерционная постоянная времени электропривода.

Ниже приведены регуляторы, полученные согласно методике подчиненного синтеза [3] астатической системы автоматического регулирования положения ротора:

$$R_1'(s) = \left( k_1 + \frac{1}{T_1 s} \right) \frac{1}{T_{\mu} s + 1}, \quad R_2'(s) = k_2 + \frac{1}{T_2 s}, \quad R_3'(s) = \frac{k_3}{T_3 s + 1},$$

где  $k_1 = \frac{r_{\text{я}} T_{\text{я}}}{k_n T_{\text{пм}}}$ ;  $T_1 = \frac{k_n T_{\text{пм}}}{r_{\text{я}}}$ ;  $k_2 = \frac{T_j}{T_{\text{pc}} \Phi}$ ;  $T_2 = \frac{T_{\text{pc}} T_{\text{pc}}' \Phi}{T_j}$ ;  $k_3 = \frac{1}{T_{\text{pn}}}$ ;

$T_3 = T_{\text{pc}}'^{-1}$ ;  $T_{\mu}$  – некомпенсируемая постоянная времени, а постоянные времени контуров выбраны исходя из модульного оптимума  $T_{\text{пм}} = 2T_{\mu}$ ,  $T_{\text{pc}} = 2T_{\text{пм}}$ ,  $T_{\text{pc}}' = 2T_{\text{pc}}$ ,  $T_{\text{pn}} = 2T_{\text{pc}}'$ .

**Параллельное соединение** получим путем структурного преобразования схемы на рис. 1. Передаточные функции зависимости выходных величин от входной следующие:

$$W_1(s) = W_1'(s), \quad W_2(s) = W_1(s)W_2'(s), \quad W_3(s) = W_2(s)W_3'(s),$$

или 
$$y(s) = (W_1(s) W_2(s) W_3(s))^T u(s),$$

где  $y(s) \in R^3(s)$ ;  $u(s) \in R^1(s)$ ;  $W_o(s) = (W_1(s) W_2(s) W_3(s))^T$ .

Получим регулятор с тремя входами и одним выходом:

$$R_1(s) = R_1'(s)F_0(s), \quad R_2(s) = R_1(s)R_2'(s), \quad R_3(s) = R_2(s)R_3'(s),$$

который можно записать в виде матричной передаточной функции  $W_r(s) = (R_1(s) R_2(s) R_3(s))$ . Далее модели объекта и регулятора преобразуем к полиномиальному матричному виду.

**Полиномиальное матричное представление** (далее – ПМР) объекта выберем правым, а регулятора – левым. Структурная схема (см. рис. 1) может быть описана следующим правым ПМР объекта и левым регулятора (рис. 2).

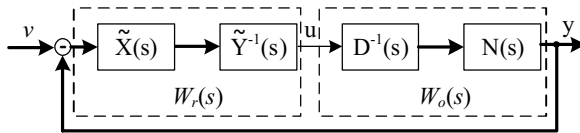


Рис. 2. Представление замкнутой системы с правым ПМР объекта и левым регулятора

Полиномиальная матрица  $D(s)$  имеет размерность  $1 \times 1$  и является общим знаменателем этих передаточных функций:

$$D(s) = T_j s^2 (T_\gamma s + 1), \quad N(s) = (k_n r_\gamma^{-1} T_j s^2 \quad k_n r_\gamma^{-1} \varphi s \quad k_n r_\gamma^{-1} \varphi)^T.$$

Преобразуем регулятор в левое полиномиальное матричное разложение [4]: найдем общий знаменатель, сократим общие множители и получим взаимно простое левое ПМР регулятора –

$$\bar{Y}(s) = (T_\mu s + 1) s^2, \\ \bar{X}(s) = \begin{pmatrix} \frac{r_\gamma s (T_\gamma s + 1)}{2k_n T_\mu} & \frac{r_\gamma (T_\gamma s + 1)(8T_\mu s + 1)}{64k_n T_\mu^3 \varphi} & \frac{r_\gamma (T_\gamma s + 1)}{1024k_n T_\mu^4 \varphi} \end{pmatrix}. \quad (1)$$

Зная порядок  $\deg \bar{Y}(s) = 3$  и структуру регулятора (1), считаем его полиномиальным матричным методом.

**Расчет левого ПМР регулятора** по правому разложению объекта: составим матрицу Сильвестра  $\mathfrak{S} \in R^{16 \times 7}$  [5], которая связана с параметрами регулятора  $\mathfrak{R}\mathfrak{S} = \mathfrak{N}$ , где  $\mathfrak{R}, \mathfrak{N}$  – матрицы числовых коэффициентов регулятора и желаемого характеристического полинома. Ранг матрицы Сильвестра  $\text{rank}(\mathfrak{S}) = 7$ , параметров в регуляторе 7, но в уравнении (1) параметров 9, т.е.

в ПМР подчиненного регулятора присутствуют *свободные параметры* [6], которые соответствуют линейно зависимым строкам матрицы Сильвестра. Эти свободные параметры задаются произвольно и не изменяют характеристический полином, но в зависимости от задачи могут быть использованы для придания регулятору определенного вида, в данном случае для задания дополнительных нулей. Уменьшим на два порядка ПМР числителя подчиненного регулятора (1), тем самым убрав свободные параметры (дополнительные нули). В ПМР регулятора (1) свободные параметры можно найти во втором и третьем элементах числителя, сократив в них  $T_яs + 1$ :

$$\tilde{X}(s) = \left( \begin{array}{ccc} \frac{r_яs(T_яs + 1)}{2k_nT_μ} & \frac{r_я(8T_μs + 1)}{64k_nT_μ^3φ} & \frac{r_я}{1024k_nT_μ^4} \end{array} \right). \quad (2)$$

Получена структура полиномиальной матрицы числителя регулятора, которая содержит 7 параметров.

В соотношении  $\mathfrak{R}\mathfrak{Z} = \mathfrak{N}$  линейно зависимым строкам матрицы  $\mathfrak{Z}$  соответствуют столбцы  $\mathfrak{R}$ , которые содержат свободные параметры регулятора. Обозначим матрицу Сильвестра без этих строк через  $\mathfrak{Z}_1$ , а матрицу коэффициентов регулятора без этих столбцов  $\mathfrak{R}_1$ , тогда получим новое соотношение  $\mathfrak{R}_1\mathfrak{Z}_1 = \mathfrak{N}_1$ , где  $\mathfrak{N}_1$  – матрица коэффициентов желаемого характеристического полинома со свободными параметрами регулятора. Примем все свободные параметры равными нулю, за исключением  $x_2^2$  и  $x_1^3$  ( $x_2^2, x_1^3$  – коэффициенты регулятора при  $s^2, s$  во втором и третьем элементах  $\tilde{X}(s)$ ), тогда:

$$\mathfrak{N}_1 = 1024 \left( \begin{array}{ccc} T_яT_μ^5 & T_μ^5 + T_яT_μ^4 & \frac{2T_μ^4 + kT_яT_μ^3}{2} \quad \frac{4T_μ^3 + T_яT_μ^2 - k_nφr_я^{-1}x_2^2}{8} \quad \dots \\ \dots & \frac{8T_μ^2 + T_яT_μ}{64} & \frac{16T_μ + T_я - k_nT_яr_я^{-1}x_1^3}{1024} \quad \frac{1}{1024} \end{array} \right).$$



Найдем такие свободные параметры  $x_2^2$  и  $x_1^3$ , чтобы полученное матричное уравнение регулятора  $W_r(s) = \tilde{Y}^{-1}(s)\tilde{X}(s)$  было равно  $W_r(s) = \bar{Y}^{-1}(s)\bar{X}(s)$ . Такими коэффициентами регулятора являются

$$x_2^2 = \frac{128T_{я}T_{\mu}^2r_{я}}{k_n\Phi}, \quad x_1^3 = \frac{T_{я}r_{я}}{k_n\Phi}.$$

Полученный регулятор полностью идентичен подчиненному.

### **Заключение**

Рассматривается модель двигателя постоянного тока с независимым возбуждением, которая обычно считается одноканальной с одним входом и одним выходом. Для применения полиномиального матричного метода синтеза эта модель представлена в многоканальном виде, с одним входом и тремя выходами. Результаты синтеза стандартной методики построения системы подчиненного регулирования, полученные полиномиальным матричным методом, подтверждают возможность рассмотрения одноканальной системы как неквадратной многоканальной с одним входом и тремя выходами.

### **Список литературы**

1. *Филюшов, В. Ю.* Управление неквадратным объектом полиномиальным методом // Наука. Промышленность. Оборона : труды XXI Всерос. науч.-техн. конф. – 2020. – Т. 3 – С. 36–40.
2. *Воевода, А. А., Бобобеков, К. М., Филюшов, В. Ю.* Полиномиальный метод синтеза для объекта с двумя входами и одним выходом // Сборник научных трудов НГТУ. – 2019. – № 3–4 (96). – С. 17–32.
3. *Шрейнер, Р. Т., Востриков, А. С., Саранулов, Ф. Н.* Системы подчиненного регулирования электроприводов : учеб. пособие : в 2-х ч. – Екатеринбург : Урал. гос. проф.-пед. ун-т, 1997. – Ч. 1. – 279 с.

4. *Воевода, А. А.* Матричные передаточные функции (основные понятия) : конспект лекций по курсу «Проектирование систем управления» для 4–5 курсов АВТФ (спец. 2101). – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 1994. – 94 с.
5. *Panos, A. J., Anthony, M. N.* Linear systems. – New York : McGraw-Hill, 1997. – 670 p.
6. *Бобобеков, К. М.* Полиномиальный метод синтеза многоканальных регуляторов с использованием матрицы Сильвестра : дис. ... канд. техн. наук : 05.13.01. – Санкт-Петербург, 2019. – 192 с.

## **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ВИРТУАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ТЕПЛОПЕРЕНОСА В ГЕТЕРОГЕННЫХ СРЕДАХ**

**Е.Е. Патрушева**, магистрант  
(НГТУ, Новосибирск)

В работе рассматривается решение двумерной стационарной задачи теплопроводности в области с хаотически расположенными включениями различной формы. Вычислительная схема строится на базе метода виртуальных элементов. Программно-алгоритмическая реализация верифицируется на классе модельных задач. Описаны вычислительные эксперименты по исследованию влияния размера и формы включений, а также контрастности физических характеристик скелета и включений расчетной области на сходимость рассматриваемого метода.

Ключевые слова: метод виртуальных элементов, неконформные методы, гетерогенные среды

Современные композитные материалы, используемые в промышленности, имеют сложную структуру, определяемую наличием включений различной формы с различными физическими характеристиками, поскольку именно такая структура обеспечивает необходимые физические свойства. Проведение физических экспериментов для определения эффективных характеристик таких материалов крайне затратно, поэтому в настоящее время для решения этой задачи активно используются средства математического моделирования. Современные неконформные конечноэлементные методы позволяют учитывать гетерогенную структуру образцов с высоким уровнем точности. Предложенный в 2013 г. метод виртуальных элементов (Virtual Element Method (VEM)) [1] является одной из последних модификаций неконформных методов, используемой для моделирования процессов в сложных средах. В статье рассматривается применение метода виртуальных элементов для решения стационарной дву-

мерной эллиптической задачи. Была разработана технология построения вычислительной схемы на базе метода виртуальных элементов с использованием проектирующих операторов и численной гомогенизации.

Рассмотрим в двумерной области  $\Omega \subset R^2$  с границей  $\partial\Omega$  стационарную краевую задачу:

$$-\nabla \cdot (\lambda \nabla u) = f \quad \text{в } \Omega, \quad (1)$$

$$u = g \quad \text{на } \partial\Omega. \quad (2)$$

Введем пространство Соболева  $H^1(\Omega) \subset L^2$  и его подпространство  $H_g^1(\Omega) : H_g^1(\Omega) = \{v \in H^1(\Omega) : v|_{\partial\Omega} = g\}$ .

Вариационная постановка задачи (1), (2) в форме Галеркина имеет следующий вид: найти  $u \in H_g^1(\Omega)$  такую, что

$$A(u, v) := \int_{\Omega} \lambda \nabla u \cdot \nabla v d\Omega = \int_{\Omega} f v d\Omega := (f, v) \quad \forall v \in H_0^1(\Omega). \quad (3)$$

Введем разбиение  $\tau_h = \{P\}$  расчетной области на виртуальные элементы  $P$  и определим конечномерные функциональные пространства  $V_h \subset H_g^1(\Omega)$ , ассоциированные с этим разбиением. Получим аппроксимацию постановки (3) на конечномерных пространствах  $V_h$ : найти  $u_h \in V_{h,g} \subset H_g^1(\Omega)$  такую, что

$$A_h(u_h, v_h) := \int_{\Omega} \lambda \nabla u_h \cdot \nabla v_h dV = \int_{\Omega} f v_h dV := (f, v_h) \quad \forall v_h \in V_{h,0}. \quad (4)$$

Билинейную форму (б. ф.)  $A_h(u_h, v_h)$  можно представить в виде суммы элементарных вкладов каждого виртуального элемента:

$$A_h(u_h, v_h) = \sum_P A_{h,P}(u_h, v_h) \quad \forall u_h, v_h \in V_h, \quad (5)$$

где  $A_{h,P} : V_{h,P} \times V_{h,P} \rightarrow R$ .

Определим  $V_{h,P} = \text{span}\{\varphi_i \in H^1(P)\}$ , где  $\varphi_i$  – функции формы. Фактически функция  $\varphi_i$  является решением следующей эллиптической задачи на виртуальном элементе [2]:

$$-\Delta\varphi_i = 0 \text{ в } P, \quad (6)$$

$$\varphi_i = \delta_i \text{ на } \partial P, \quad (7)$$

где  $\delta_i$  – линейный след на границе виртуального элемента.

Для решения задачи (6), (7) воспользуемся методом конечных элементов. Для этого разобьем виртуальный элемент на конечные элементы треугольной формы и будем искать функции формы в виде разложения по линейному базису.

Б. ф.  $A_{h,P}$  должна удовлетворять свойствам согласованности и устойчивости [1]. Для обеспечения первого введем проектор  $\Pi_m^\nabla : V_{h,P} \rightarrow P_1(P)$  и определим его в следующем виде:

$$\nabla(\Pi_m^\nabla, v_h) = \overline{\nabla v_h} = \frac{1}{|P|} \int_P \nabla v_h dV. \quad (8)$$

Для обеспечения устойчивости введем на межэлементной границе  $s^0$  оператор скачка  $[[q]] = q^R \overline{n_1} - q^L \overline{n_1}$ ,  $\overline{n_k}$  – внешнюю нормаль к границе  $k$ -го элемента и определим симметричную положительно определенную б. ф.  $S(u_h, v_h) = \mu \int_{s^0} [[u_h]] \times [[v_h]] ds^0$ .

Для вычисления  $(f, v_h)$  правой части уравнения (4) будем использовать данные о функции  $f$  и значения  $v_h$  в вершинах:

$$(f, v_h) = \sum_P \overline{v_{h,P}} \int_P f dV, \quad \overline{v_{h,P}} = \frac{1}{N^P} \sum_{i=1}^{N^P} v_h(v_i). \quad (9)$$

Верифицируем разработанную вычислительную схему на классе задач и сравним полученные результаты с результатами метода конечных элементов (FEM).

Результаты тестирования на задачах с гладким аналитическим решением  $u^*$  в однородной области  $\Omega = [0,1] \times [0,1]$  с равномерным разбиением  $h = 0.125$  представлены в табл. 1.

Полученные результаты соответствуют априорным оценкам, приведенным в [1], и подтверждают корректность построенных операторов.

Таблица 1

Результаты тестирования на задачах с гладким решением

	$\frac{\ u^* - u_h^{VEM}\ _{L^2(\Omega)}}{\ u^*\ _{L^2(\Omega)}}$	$\frac{\ u^* - u_h^{FEM}\ _{L^2(\Omega)}}{\ u^*\ _{L^2(\Omega)}}$
$u^* = (1-x)(1-y)$	9.539846e-13	5.722100e-13
$u^* = x(1-x)y(1-y)$	1.482714e-06	1.957956e-06

Результаты тестирования на задаче с пиком, имеющей аналитическое решение  $u^* = e^{-\alpha[(x-x_c)^2 + (y-y_c)^2]}$ , где  $\alpha$  – параметр, отвечающий за размер пика, представлены в табл. 2. Для решения VEM построено несогласованное разбиение (максимальная размерность матрицы решаемой СЛАУ равна 49), для решения FEM построены согласованные сетки с шагом  $h = 0.25$  (размерность СЛАУ равна 41) и  $h/2 = 0.125$  (размерность СЛАУ 145).

Таблица 2

Результаты тестирования на задаче с пиком

	$\frac{\ u^* - u_h^{VEM}\ _{L^2(\Omega)}}{\ u^*\ _{L^2(\Omega)}}$	$\frac{\ u^* - u_h^{FEM}\ _{L^2(\Omega)}}{\ u^*\ _{L^2(\Omega)}}$	$\frac{\ u^* - u_{h/2}^{FEM}\ _{L^2(\Omega)}}{\ u^*\ _{L^2(\Omega)}}$
$\alpha = 0.0001$	1.904692e-13	1.995446e-12	8.019019e-13
$\alpha = 1$	3.164301e-06	1.392596e-04	5.692737e-06
$\alpha = 10$	2.049682e-04	2.922005e-02	3.768306e-04

Как можно заметить, за счет использования неконформного разбиения возможно получить более точное решение при меньшей размерности матрицы решаемой системы уравнений.

Для исследования влияния размеров и формы включений на сходимость метода рассмотрим решение следующей задачи:

$$-\nabla \cdot (\lambda \nabla u) = 0 \text{ в } \Omega, \quad (10)$$

$$u|_{\Gamma_1} = 50; u|_{\Gamma_2} = 20; \lambda \frac{\partial u}{\partial n} \Big|_{\Gamma_3, \Gamma_4} = 0, \quad (11)$$

$$\lambda_0 = 20, \lambda_1 = 0.01, \lambda_2 = 100, \lambda_3 = 0.5, \lambda_4 = 4. \quad (12)$$

Расчетные области для данного исследования показаны на рис. 1–3. В табл. 3 представлены значения относительной погрешности  $u^{VEM}$  и  $u^{FEM}$ . Поскольку аналитического решения данная задача не имеет, для оценки погрешности в качестве  $u^*$  было использовано решение FEM на мелкой сетке (при выполнении условия  $\|u_{h/2} - u_h\|_{L^2(\Omega)} / \|u_{h/2}\|_{L^2(\Omega)} \leq 1e-15$ ).

Результаты исследования влияния контрастности физических характеристик, полученные при решении задачи (10)–(12) в гетерогенной расчетной области (см. рис. 3), приведены в табл. 4.

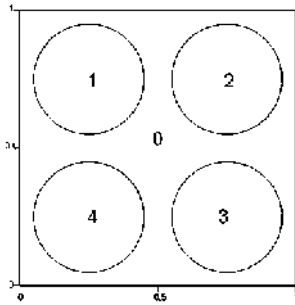


Рис. 1. Расчетная область I

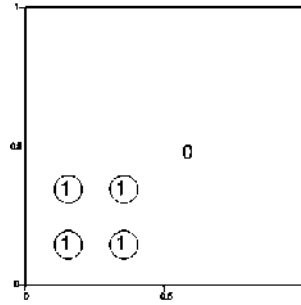


Рис. 2. Расчетная область II

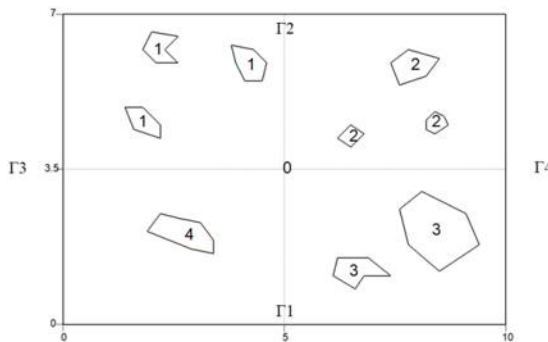


Рис. 3. Расчетная область III

Таблица 3

Влияние размеров и формы включений на сходимость метода

	$\frac{\ u^* - u_h^{VEM}\ _{L^2(\Omega)}}{\ u^*\ _{L^2(\Omega)}}$	$\frac{\ u^* - u_h^{FEM}\ _{L^2(\Omega)}}{\ u^*\ _{L^2(\Omega)}}$
Расчетная область I	1.037815e-09	2.690284e-09
Расчетная область II	1.155307e-08	6.742326e-08
Расчетная область III	1.010223e-07	1.004956e-06

Таблица 4

Влияние контрастности характеристик на сходимость метода

	$\frac{\ u^* - u_h^{VEM}\ _{L^2(\Omega)}}{\ u^*\ _{L^2(\Omega)}}$	$\frac{\ u^* - u_h^{FEM}\ _{L^2(\Omega)}}{\ u^*\ _{L^2(\Omega)}}$
$\lambda_0 = 20, \lambda_1 = 0.01,$ $\lambda_2 = 100, \lambda_3 = 0.5, \lambda_4 = 4$	1.010223e-07	1.004956e-06
$\lambda_0 = 20, \lambda_1 = 0.001,$ $\lambda_2 = 1000, \lambda_3 = 0.5, \lambda_4 = 4$	1.175303e-06	4.724142e-04
$\lambda_0 = 20, \lambda_1 = 0.0001,$ $\lambda_2 = 10000, \lambda_3 = 0.5, \lambda_4 = 4$	8.724789e-06	1.301101e-02

Следует отметить, что, хотя для регулярно расположенных включений оба метода дают практически одинаковые результаты, в области с хаотично расположенными включениями, особенно при их значительной контрастности, VEM позволяет получить решение с меньшей погрешностью.

### Список литературы

1. *Beirão da Veiga, L., Brezzi, F., Cangiani, A., Manzini, G., Marini, L. D., Russo, A.* Basic principles of Virtual Element Methods // *Mathematical Models and Methods in Applied Sciences.* – 2013. – Vol. 23, № 1. – P. 199–214.
2. *Manzini, G.* Annotations on the virtual element method for second-order elliptic problems. – Текст : электронный. – URL: <https://arxiv.org/pdf/1612.09144.pdf> (дата обращения: 13.04.2021).



# СОЦИОГУМАНИТАРНОЕ ЗНАНИЕ В СТРУКТУРЕ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ

---

## Особенности языковой подготовки специалистов в строительной отрасли в современных условиях

doi 10.32683/978-5-7795-0932-9-2021-184-190

УДК 378.14

### МЕТОДИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ КОММУНИКАТИВНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ БАКАЛАВРОВ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ «СТРОИТЕЛЬСТВО»

**А.В. Абросимова**, ст. преподаватель  
(НГАСУ (Сибстрин), Новосибирск)

В статье описана разработанная автором методическая модель формирования коммуникативной компетенции бакалавров-строителей. Рассмотрены составляющие ее блоки, соответствующие им подходы и принципы обучения.

Ключевые слова: методическая модель, целевой, теоретико-методологический, коммуникативный, мотивационно-ценностный, процессуальный, оценочно-результативный блоки

В профессиограмме выпускника строительного вуза, согласно требованиям ФГОС ВО 3++ по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство», особая роль отводится коммуникативной компетенции, а одной из задач преподавателя-русиста становится формирование в курсе «Русский язык и культура речи» готовности студентов к решению задач, связанных с будущей профессиональной деятельностью студентов.

Проблеме коммуникативной компетенции в лингводидактических целях посвящены труды И.А. Зимней, Е.И. Пассова, О.Д. Митрофановой, А.Н. Щукина, М.Р. Львова, Е.А. Быстровой, М.Н. Вятютнева, И.Л. Бим, Д.И. Изаренкова, В.Г. Костомарова и др. Однако нерешенными остаются проблемы разработки

методических моделей процесса обучения, нацеленного на формирование коммуникативной компетенции. Это определило актуальность нашего исследования.

Коммуникативная компетенция – это способность человека общаться в трудовой или учебной деятельности, удовлетворяя свои интеллектуальные запросы [1]; общение – это умение, сформированное посредством личного социального опыта или специально организованного обучения, проявляющееся в одном или нескольких видах речевой деятельности. На наш взгляд, развитию данного умения поможет методическая модель, состоящая из следующих блоков: *целевого, теоретико-методологического, коммуникативного, мотивационно-ценностного, процессуального и оценочно-результативного*.

В *целевом блоке* модели отражена основная цель обучения – формирование коммуникативной компетенции обучающихся в учебно-научно-деловой сфере через жанровую составляющую (представление о структуре научного текста, моделях научно-учебных и учебно-научно-деловых жанров, языковом наполнении их субжанров) [2].

*Теоретико-методологический блок* содержит основные подходы (компетентностный, личностно-деятельностный, когнитивно-коммуникативный, жанровый) и ведущие принципы (научности, преемственности и перспективности, профессиональной ориентированности, модульного обучения) для достижения поставленной цели.

*Компетентностный подход* представляет собой совокупность принципов и образовательных целей, отраженных в базовых компетенциях, и позволяет достичь поставленной методической цели – формирование у будущих специалистов «способности практически действовать и творчески применять полученные знания и опыт» в учебно-деловой среде [3, с. 132].

*Личностно-деятельностный подход* позволяет в процессе формирования коммуникативной компетенции учитывать особенности субъекта обучения, его потенциал, коммуникативные потребности, цели и возможности. Зная особенности группы, мы выбираем форму организации обучения, подбираем учебный

материал, ищем способы его актуализации и обязательного включения субъекта в процесс создания учебного продукта с целью усвоения определенных знаний и выработки конкретных навыков работы.

С помощью *когнитивно-коммуникативного подхода* решаются проблемы, связанные с отбором научно-учебных и научно-учебно-деловых жанров, актуальных для данной категории обучающихся, его применение также способствует выбору методов презентации жанровых моделей (схема, графическое изображение, структурно-текстовое представление жанра и др.) с учетом особенностей восприятия новой информации реципиентами.

*Коммуникативный блок* отвечает за выбор речевой единицы с позиции лексической, синтаксической, морфологической, орфографической, словообразовательной уместности в процессе наполнения жанровой формы, позволяя формировать в том числе и лингвистическую компетенцию. Жанровый подход реализует идею продуцирования текстов с учетом «адресной активизации индивидуального когнитива» [4, с. 138] в научно-учебной и научно-учебно-деловой сферах и является основой для формирования жанровой компетенции как одной из составляющих коммуникативной компетенции бакалавров строительного профиля. В результате студент со сформированной жанровой компетенцией, обладая теоретическими знаниями, имея личный опыт в построении жанровых форм и их наполнении языковым материалом, сможет самостоятельно продуцировать жанр научно-учебного и научно-учебно-делового подстиля. Последний мы понимаем как языковую разновидность научного стиля речи, соединяющую в себе черты научно-учебного подстиля и официально-делового стиля, включающую группу текстов, воплощенных в определенные жанровые формы, отличающиеся целевой установкой, адресностью и языковым воплощением.

Выбор содержания, методов и способов формирования коммуникативной компетенции определил общедидактические и методические принципы обучения.

*Принцип научности* понимается нами: 1) в содержательном плане – как соответствие учебных материалов (текстов), предлагаемых студентам, достижениям науки и техники; учебные тексты содержат научную, подтвержденную, реальную, соответствующую современности информацию по профилю обучения; 2) в практической текстовой деятельности – как развитие следующих умений: обобщение, синтез, анализ, дедукция, индукция и др., позволяющих творчески подходить к решению учебных и учебно-деловых задач.

*Принцип преемственности и перспективности* предполагает организацию учебной работы, при которой задействуются «темо-рематические» отношения, когда сегодняшнее новое (рема) становится темой следующего этапа построения жанровой формы и наполнения ее содержанием.

*Принцип профессиональной ориентированности* важен в содержательном и процессуальном планах. Содержательный план включает теоретические знания, отражающие специфику будущей профессии студентов. Процессуальный план направлен на практическое овладение корпусом учебно-профессиональных текстов.

*Принцип модульного обучения* позволяет учитывать потребности студентов в результате концентрации актуального учебного материала в модулях. Например, выделенный нами в курсе «Русский язык и культура речи» модуль «Учебно-профессиональные жанры» состоит из двух целевых блоков: учебно-научного и учебно-научно-делового. Первый направлен на формирование навыка работы с такими жанрами, как аннотация, монографический и обзорный рефераты, а также с их субжанрами. Второй знакомит студентов с инвариантной моделью жанра строительного отчета, его вариантами. Материалом для работы служат узкопрофессиональные тексты строительной тематики. Учебный материал отобран с учетом требований, сформулированных в индивидуальных заданиях на производственную практику, и формирует следующие умения: выделять, описывать, сравнивать объекты исследования, определять предмет, явление,

процесс, свойство, выражать связи и зависимости между предметами, классифицировать объекты.

*Мотивационно-ценностный блок* отражает уровень понимания студентами коммуникативного профессионального контента и интереса к нему. Критерием определения мотивационно-ценностного уровня является личная заинтересованность студента в конечном речевом продукте. Успешность работы по освоению учебно-научно-деловых жанров зависит от следующих факторов: 1) условий и организации процесса обучения; 2) выбора учебного материала, соответствующего потребностям студента, его прагматическим образовательным целям; 3) формы представления учебного материала. Критерии оценки личной мотивации студента к освоению научно-учебно-делового коммуникативного ресурса помогают понять результаты его текстовой деятельности.

*Процессуальный блок* отражает логику, этапы, организацию, технологию обучения, уровни формирования коммуникативной компетенции. Ведущим принципом для этого блока, на наш взгляд, является принцип интегрированного обучения (межпредметности), основанный на междисциплинарных связях, интеграции гуманитарного и инженерного знания. Автором статьи выделено четыре уровня представления междисциплинарного материала: компетентностный, понятийно-терминологический, коммуникативно-речевой, учебно-дидактический.

На компетентностном уровне в профессиональном блоке (компетенции ОПК-1.1.1, ОПК-3.1, ОПК-5.10, ПК-2.5) [5] авторами [5, с. 70] выделен ряд жанров, обучать которым (структурному и языковому наполнению) должны филологи.

Понятийно-терминологический уровень содержит смежный со специальными дисциплинами предмет исследования, например, обучение студентов нормативному использованию учебно-профессиональных терминов в письменной и устной речи, формирование представления о жанре учебного строительного отчета. Руководитель практики знакомит с требованиями к оформлению отчета, его структурой, однако не обучает студентов его написанию. Из-за отсутствия знаний и должного на-

выка студент не способен грамотно сформулировать цель и задачи практики, составить текстовую часть отчета, соблюсти последовательность частей и связь между ними.

Коммуникативно-речевой уровень связан с трансформацией жанра отчета в его устный вариант для защиты на конференции.

Учебно-дидактический уровень строится на основе жанрового подхода. Как отмечалось выше, одна из учебных целей, решаемых в модуле «Учебно-профессиональные жанры», – научить студентов создавать тексты, требования к овладению которыми включены в программы специальных дисциплин. Успешному освоению жанра учебного строительного отчета, пониманию его типологической модели способствует предложенный нами методический алгоритм [6, с. 226–227]. А типология упражнений помогает «отшлифовать» навыки работы с субжанрами.

В основе *оценочно-результативного блока* лежит принцип организации систематического контроля для выявления и оценки результатов текстовой деятельности студентов.

Таким образом, в разработанной методической модели формирования коммуникативной компетенции студентов отражены все составляющие данного процесса: цель, теоретическое обоснование, принципы, реализация мотивационно-ценностных ориентиров обучения, оценка результатов. Следует отметить, что данная методическая модель может быть конкретизирована в соответствии с новыми условиями и факторами обучения.

### Список литературы

1. *Изаренков, Д. И.* Базисные составляющие коммуникативной компетенции и их формирование на продвинутом этапе обучения студентов-нефилологов // Русский язык за рубежом. – 1990. – № 4. – С. 54–60.
2. *Абросимова, А. В., Колесникова, Н. И.* Жанровый подход в интегрированном обучении студентов строительного профиля // Педагогика. Вопросы теории и практики. – 2019. – Т. 4, вып. 4. – С. 68–73.
3. *Божко, Ю. И.* Модель формирования иноязычной профессионально-коммуникативной компетенции обучающихся на судоводительских факультетах // Научные ведомости

Белгородского государственного университета. Серия: Гуманитарные науки. – 2016. – № 28 (240). – С. 130–137.

4. *Колесникова, Н. И.* Лингводидактическая концепция формирования жанровой компетенции учащихся в системе непрерывного языкового образования : монография. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва : Флинта : Наука, 2019. – 410 с.
5. *Федеральный* государственный образовательный стандарт высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 08.03.01 Строительство : утв. приказом Мин-ва образования и науки РФ от 31.05.2017 № 481. – Текст : электронный // Гарант. Информационно-правовое обеспечение.
6. *Абросимова, А. В., Колесникова, Н. И.* Речевой жанр «отчет» и его варианты (лингводидактический аспект) // Мир науки, культуры, образования = Mir Nauki, Kul'tury, Obrazovaniya. – 2018. – № 2 (69). – С. 225–228.

## **А. БЛОК И М. ПРИШВИН: ИСТОРИЯ ОДНОЙ ПОЛЕМИКИ**

**Е.В. Фролова**, канд. филол. наук, доцент  
**(НГАСУ (Сибстрин), Новосибирск)**

Цель данной работы – исследование причин и результатов идеологической полемики двух известных писателей начала XX в. В статье анализируется дискуссия А. Блока и М. Пришвина, связанная с отношением к революции 1917 г. Эта полемика была отражена как в печати – в газетных статьях 1918 г., так и в личных письмах и дневниках оппонентов. Делается вывод о трансформации отношения М. Пришвина к позднему творчеству А. Блока: от неприятия, непонимания до новой интерпретации идей и художественных образов поэта.

Ключевые слова: М. Пришвин, А. Блок, полемика, революция, образ Христа, дневниковая проза, культура, русская литература, символизм

В 2021 г. исполняется 100 лет со дня смерти А. Блока – поэта-символиста, публициста, человека трагической судьбы. Отвергнутый религиозно-философским обществом за свой романтический восторг перед революцией («Слушайте музыку революции!»), вызвавший шквал ненависти у буржуазной интеллигенции честной публицистикой и поэмой «Двенадцать», он умер молодым и непонятым в 1921 г. Революционный период 1917–1918 гг. изменил и поссорил многих литераторов. Именно в эти сложные для России и для поэта годы состоялась идеологическая полемика М. Пришвина и А. Блока, ставшая публичной.

Цель данной работы – исследование причин и последствий полемики двух неординарных творческих личностей и анализ текстов, отражающих данную дискуссию. Ряд исследователей (А.Н. Варламов, А.М. Подосенков, З.Я. Холодова) уже обращался к данной проблеме, рассматривая философские причины конфликта Пришвина и Блока. В статье анализируется данная полемика в историко-культурном контексте, актуальном в связи с годовщиной ухода Блока.



В начале XX столетия в России происходили сложнейшие политические и культурные процессы, «искание Бога перед мировой катастрофой» [1, с. 75]. М. Пришвин не принял пролетарскую революцию, хотя в молодости был марксистом. Его тексты тех лет передают ощущение хаоса и отчаяния. С 1918 по 1922 г. в пришвинской дневниковой прозе повторяется «Подзаборная молитва», передающая состояние отчаявшегося человека: «Господи, помоги мне все понять, и ничего не забыть, и не простить!» [2, с. 117]. Обостренное чувство гибели России не дает сил ни для творчества, ни для смирения. Дневники М. Пришвина 1918–1922 гг. – уникальный документ, по которому можно изучать не только историю революции, но историю души, подвергшейся трансформации. В эмоциональных записях дается оценка революции. Сначала Пришвин сравнивает большевиков с сектантами, пытаясь хоть что-то понять в новом явлении. Потом, испытав всю низость человеческой природы, называет разрушителей и погромщиков из народа «обезьяной», «гориллой»: «Все это материал о происхождении обезьяны от человека: был провозглашен человек, а из него вышла обезьяна» [3, с. 322]. В 1918 г. Пришвин пишет: «Истинный же путь человека не по злости служить, а по радости. Революция рождается в злобе <...> Революция зарождается в оборванных личностях» [3, с. 80]. Но впоследствии писатель-этнограф меняет свое отношение к новой действительности, научится смирению, найдет свой независимый путь в советской литературе.

В 1917–1918 гг. М. Пришвин работает журналистом в буржуазных изданиях, открыто говорит и пишет о разрушающей силе пролетарской революции и активно не признает тех, кто принял Октябрьскую революцию (среди них был и Блок). Интересно, что оба художника были символистами, но символизм их основывался на особом восприятии реальности, на метафорическом отражении действительности. Символизм Пришвина этого периода – это не дань памяти прошлому общению с символистами. Писатель постепенно отходит от модернизма к реализму. Но он остается художником, черпающим из арсенала ушедшей культуры, интегрирующим предшествующие эстетические на-

ходки. Он отталкивается от символизма в буквальном смысле – отталкивает от себя символиста А. Блока. И конфликт М. Пришвина с А. Блоком, конфликт этический и эстетический, – тема, болезненная для обоих.

Поэт А. Блок восторженно принял революцию. В известной статье «Интеллигенция и революция» в январе 1918 г. он писал: «Всем телом, всем сердцем, всем сознанием – слушайте Революцию!» [4, с. 406]. Уже в феврале М. Пришвин откликнулся резкой статьей «Большевик из “Балаганчика”» (ответ Александру Блоку) в газете «Воля страны». М. Пришвин осуждает барский тон Блока, его отстраненность, плохое знание истории и жизни. В статье используются любимые образы Пришвина: стихия, чан, засмыслиться, Бессловесное. Символист обращается к символисту, этнограф – к этнографу (они оба изучали сектанство и хлыстов). Излишняя эмоциональность пришвинского текста выдает его боль и неприятие бывшего единомышленника. Главный тезис статьи – отрицание того, что Блок действительно понимает, что такое революция и ее последствия. «Ну разве можно так легко теперь говорить о войне, о родине!» – возмущается Пришвин и называет Блока «скучающим барином» [2, с. 171].

А. Блок болезненно воспринял и статью М. Пришвина, и общее негативное отношение бывших соратников по религиозно-философскому кружку, которые стали идеологическими врагами. Блок писал в «Записных книжках»: «Господин Пришвин хает меня в “Воле страны”, как не хаял самый лютей враг. Письмо ему» [2, с. 584]. Поэт отвечает 16 февраля 1918 г. частным письмом, где обвиняет Пришвина в «личной брани», в том, что «статья личная и злая против статьи неличной и доброй», и добавляет: «У нас – слишком разные языки» [2, с. 172]. В марте этого же года А. Блок публикует свою знаменитую поэму «Двенадцать», о которой спорят до сих пор. Особенно сложной для критиков является интерпретация образа Христа, который ведет за собой революционный отряд в финале. Революционеры даже сравнивали с сектантами, а жизнь сектантов являлась предметом исследования и А. Блока, и М. Пришвина, и многих

других культурных деятелей начала XX в. М. Пришвин всю жизнь в дневниках возвращался и к полемике с А. Блоком, и к образу блоковского Христа. Однако нужно отметить, что и в творчестве возникает неожиданная полемика между Пришвиным и Блоком. В январе 1918 г. (раньше поэмы Блока) был опубликован рассказ М. Пришвина «Голубое знамя», где дается зарисовка революции: хулиганы собираются «под голубое Христово знамя». Герой видит в хулиганах нечто божественное, судьбоносное, рассказ кончается его безумным видением: «Вся пьяная Русь шествует под голубое знамя <... > безумный впереди, пьяный позади, в странном обманном согласии» [2, с. 167]. Голубое знамя противопоставлено красному. Безумный человек с голубым знаменем ведет за собой пьяный революционный патруль. Этот пришвинский образ, несомненно, был отмечен и переосмыслен Блоком позже в его поэме. Таким образом, полемика происходила не только на уровне идеологического, но и на уровне эстетического. После смерти поэта М. Пришвин искренне переживал, вспоминая, что А. Блок поддерживал когда-то его, начинающего писателя, фразой о поэтичности и самобытности пришвинских этнографических очерков. М. Пришвин в 1918 г. предугадал тревожные симптомы пролетарской революции, ее разрушающую силу. Поэт А. Блок искренне и наивно призывал интеллигенцию сотрудничать с большевиками. Романтичный интеллигентный А. Блок умер, не перенеся жестоких реалий и противоречий жизни. М. Пришвин, потомок купца, человек земли, стойко выдержал все трансформации и вызовы своего времени и все-таки нашел собственный вариант творческого существования в тех условиях, которые страстно отвергал в 1918 г.

Так, пришвинский принцип мировоззренческой и эстетической двойственности реализовался и в бытовой ситуации: бывший обличитель большевиков в конце 1920-х гг. начал печататься в советских изданиях, а позже стал признанным советским писателем (оставаясь обличителем во внутреннем своем сокровенном, подпольном творческом пространстве – в дневниках). В своих дневниковых тетрадках М. Пришвин много размышлял

о призвании и месте художника в истории, о трагически обманувшемся и преданном братьями-символистами А. Блоке и даже записал в дневнике, что Христос, идущий впереди двенадцати большевиков, – это сам Блок. «Блок, в вихре чувств закруженный, взлетевший до Бога» [5, с. 287].

История данной полемики показывает, как метался М. Пришвин до Октябрьской революции, как искал свое место и предназначение. М. Пришвин сумел взять то важное, что могло пригодиться, у каждого встреченного в культурном поиске художника и философа, а его творческий метод стал синтетическим. М. Пришвин не мог и не хотел покинуть новую Россию и выбрал свой путь – работать, создавая свое собственное спасительное творческое двоемирие. С 1923 г. М. Пришвин признает советскую власть и начинает сотрудничать с советскими издательствами. Меняется и его отношение к А. Блоку, о котором он много рассуждает в дневниках конца 1920-х гг. Высокая духовность, аристократизм, искренность и бесстрашие романтического поэта становятся для М. Пришвина оправданием его заблуждений.

М. Пришвин всю жизнь разгадывал метафору поэмы Блока «Двенадцать». Почему впереди революционного отряда – Христос? Размышляет он об этом и в повести «Журавлиная родина», и в дневниках. В записи от 10 января 1929 г. читаем: «Я сильно подозреваю, что Христос в поэме Блока “Двенадцать” <...> есть обожествленный сам поэт Блок, вождь пролетариев. Эту свою догадку я очень подтверждаю себе наблюдением мистически-хлыстовской среды, окружавшей поэта» [6, с. 352]. Позже Пришвин отказался от этой версии. До конца жизни он вновь и вновь обращался к поэме Блока и по-новому раскрывал для себя смысл шествия «Двенадцати»: «Я, кажется, только сейчас подхожу к тому, что сказал Блок в “Двенадцати”. Фигура в белом венчике есть последняя и крайняя попытка отстоять мировую культуру нашей революции. Как же я тогда этого не понимал», – записал Пришвин в своем дневнике 16 марта 1951 г. [7, с. 329].

Таким образом, М. Пришвин всю жизнь вел мысленный диалог с А. Блоком и в конце жизни принял его как вестника культуры нового времени. Сложная трансформация самого Пришвина повлияла на изменение многих его принципов. Смирение, примирение, принятие целостности мира во всем его разнообразии и противоречиях повлияли и на исход полемики: А. Блок был признан учителем. Не случайно Пришвин часто с гордостью вспоминал рецензию Блока на его первые книги: «Это поэзия, но и еще что-то!» Собственно, этот отзыв и сформировал метод Пришвина – сплав поэзии, науки, философии, сочетание художественного и документального, где природа полна загадок, которые разгадывает художник.

### Список литературы

1. *Пришвин, М. М.* Собрание сочинений : в 6 т. Т. 5 : Кладовая солнца. Корабельная чаща. Глаза земли. – Москва : Художественная литература, 1957. – 736 с.
2. *Пришвин, М. М.* Цвет и крест / сост., вступ. статья, подгот. текста и коммент. В. А. Фатеева. – Санкт-Петербург : Росток, 2004. – 608 с.
3. *Пришвин, М. М.* Дневники. 1918–1919. Книга вторая / подгот. текста Л. А. Рязановой, Я. З. Гришиной ; коммент. Я. З. Гришиной, В. Ю. Гришина. – Москва : Московский рабочий, 1994. – 383 с.
4. *Блок, А. А.* Собрание сочинений : в 6 т. – Москва : Правда, 1971. – Т. 5. – 560 с.
5. *Пришвин, М. М.* Дневники. 1920–1922 / подгот. текста Л. А. Рязановой ; коммент. Я. З. Гришиной, В. Ю. Гришина. – Москва : Московский рабочий, 1995. – Кн. 3. – 334 с.
6. *Пришвин, М. М.* Дневники. 1928–1929 / подгот. текста Л. А. Рязановой ; коммент. Я. З. Гришиной, Л. А. Рязановой. – Москва : Русская книга, 2004. – Кн. 6. – 544 с.
7. *Пришвин, М. М.* Дневники. 1950–1951 / подгот. текста Я. З. Гришиной, Л. А. Рязановой. – Санкт-Петербург : Росток, 2016. – 736 с.

# **ИНВЕСТИЦИОННО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ БИЗНЕС: ДЕТЕРМИНАНТЫ, ПРОБЛЕМАТИКА, ПЕРСПЕКТИВЫ**

---

doi 10.32683/978-5-7795-0932-9-2021-197-202

УДК 69.003:332.1

## **ДЕТЕРМИНАНТЫ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНАЛЬНОГО ИНВЕСТИЦИОННО-СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА**

**Л.А. Каверзина**, д-р экон. наук, профессор

**(БГУ, г. Братск),**

**И.П. Нужина**, д-р экон. наук, доцент

**(ТГАСУ, Томск),**

**М.И. Черутова**, канд. экон. наук, профессор

**(БГУ, Братск)**

Цель исследования – выявление детерминантов инновационного развития инвестиционно-строительного комплекса Иркутской области, установление степени их влияния на развитие региональной экономики в целом и на результаты деятельности отдельных предприятий инвестиционно-строительной сферы. При проведении исследования использовались методы системного анализа, статистической обработки информации, сравнения и классификации. В статье представлена классификация детерминантов, влияющих на инновационное развитие регионального инвестиционно-строительного комплекса, особое внимание уделено факторам, ограничивающим инновационную активность предприятий, входящих в его состав.

Ключевые слова: инновационное развитие, факторы, детерминанты, строительство, региональный инвестиционно-строительный комплекс, инновационная активность

Российская экономика продолжает развиваться по инновационному пути, который был определен соответствующей стратегией, разработанной Министерством экономического развития Российской Федерации. Однако продвижение по намеченному пути сегодня осложняется целым рядом различных факторов

как мирового, так и национального значения. Негативное влияние на развитие современной экономики различных стран оказывает пандемия коронавирусной инфекции COVID-19. В связи с этим в каждой стране правительством разрабатываются меры поддержки экономики. Эффективность этих мер во многом зависит от комплексного решения возникающих проблем. Важным является момент учета множества факторов, влияющих на различные экономические процессы. При разработке мер поддержки необходимо уделять внимание всем сферам экономической деятельности. Однако отдельные сферы требуют особого внимания. В частности, в отечественной экономике, кроме здравоохранения, малого бизнеса и некоторых иных отраслей и структур, необходимо поддержание на достигнутом уровне и дальнейшее развитие инвестиционно-строительной сферы, так как именно строительство обеспечивает основными фондами все отрасли, комплексы и предприятия. Развитие экономики России в целом зависит от уровня развития отдельных регионов. Основу региональной экономики во многом формирует инвестиционно-строительный комплекс (далее – ИСК) региона. От уровня развития регионального ИСК зависят производственный потенциал конкретной территории и качество жизни проживающего на ней населения. В современных условиях необходимо делать упор на инновационном развитии регионального ИСК, а для большей эффективности данного процесса – четко определить основные факторы (детерминанты), влияющие на него.

В современных условиях вопросы выявления детерминантов развития отечественного строительства обсуждаются в работах многих авторов, например [1–4]. Анализ публикаций по теме проводимого исследования позволяет сделать вывод о том, что проблема выявления детерминантов инновационного развития ИСК требует дальнейшего изучения и обсуждения. Это еще раз подтверждает актуальность и практическую значимость проводимого авторами данной статьи исследования.

Как было отмечено нами выше, экономика региона зависит от уровня развития ИСК, в том числе и инновационного. В рам-

ках настоящего исследования была проведена оценка основных показателей научной и инновационной деятельности организаций, функционирующих на территории Иркутской области. Анализ, проведенный на основе информации, предоставленной Территориальным органом Федеральной службы государственной статистики по Иркутской области на официальном сайте [5], позволил сделать следующие выводы:

1. Количество предприятий, занимающихся инновационной деятельностью на территории Иркутской области, за период 2016–2019 гг. выросло в два раза и к концу исследуемого периода составило 99 единиц против 49 единиц в 2016 г.

2. С 2016 по 2019 г. отмечается тенденция роста затрат на технологические инновации, разрабатываемые и внедряемые на территории области. Величина этих затрат в 2019 г. составила 38 010 млн руб., что в 3,8 раза превышает уровень 2016 г.

3. Финансирование инновационной деятельности предприятий Иркутской области более чем на 90 % осуществлялось за счет собственных средств предприятий.

4. Инновационная деятельность базируется на проведении научных исследований. В Иркутской области число организаций, выполнявших научные исследования и разработки, невелико: так, в начале исследуемого периода их было 52 единицы, к концу их число сократилось на 15 % и составило 44 единицы.

5. На предприятиях Иркутской области проводились фундаментальные и прикладные научные исследования. При этом в структуре внутренних текущих затрат на научные исследования и разработки фундаментальные исследования составляют наибольшую долю (67,8 %).

Проведенный анализ инновационного развития ИСК Иркутской области выявил проблемы в инвестиционно-строительной сфере региона [6] и факторы, оказывающие негативное воздействие на инновационно-строительные процессы [7]. Исследование именно инновационных аспектов развития регионального ИСК позволило уточнить и расширить перечень этих факторов:



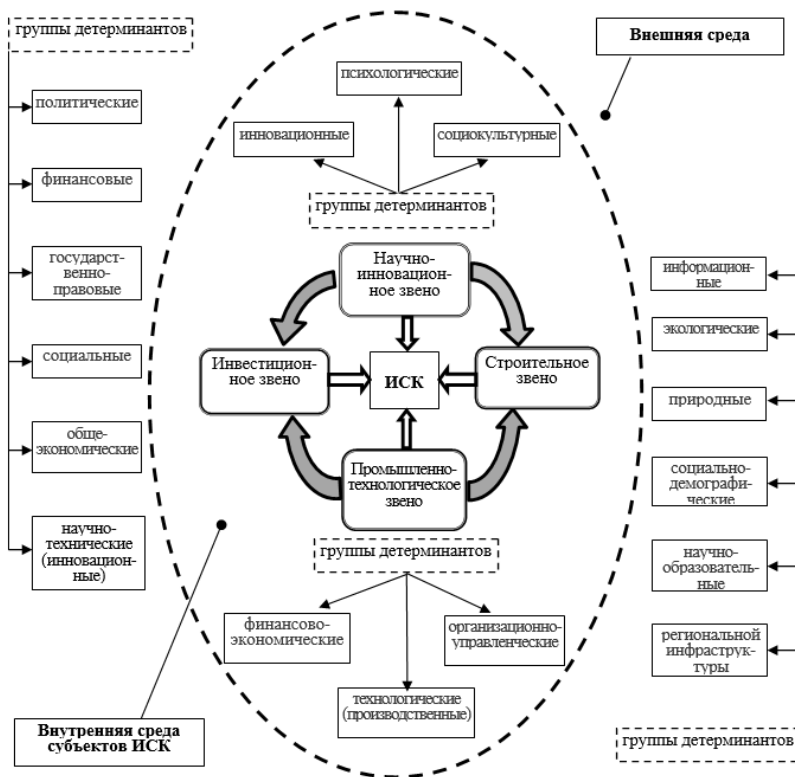
- разная трактовка инновационных терминов, затрудняющая общее понимание сути инноваций, содержания инновационной деятельности;
- слабая восприимчивость потребителей строительной продукции к инновациям;
- недостаточный инновационный потенциал предприятий ИСК и отсутствие возможностей его увеличения;
- высокие инвестиционные риски и низкая платежеспособность заказчиков;
- недостаточно благоприятные условия в регионе для осуществления инновационной деятельности.

Авторами настоящего исследования был уточнен состав регионального ИСК. До перехода экономики России на инновационный путь развития ученые-экономисты включали в состав инвестиционно-строительного комплекса четыре составляющие: инвестиционную, научно-проектную, промышленную, строительную. Однако можно сказать, что появилась объективная необходимость введения в состав ИСК инновационной составляющей. С учетом этого нами предлагаются в составе инвестиционно-строительного комплекса следующие звенья: инвестиционное, научно-инновационное, промышленно-технологическое, строительное.

В современных условиях возрастает роль научно-инновационного звена в развитии инвестиционно-строительного комплекса. Именно использование инновационных строительных технологий, применение инновационных строительных материалов и современной, более производительной техники позволяют оптимизировать производственные процессы в строительстве, увеличивать показатели эффективности строительной деятельности и тем самым повышать качество строительной продукции. С учетом предложенных изменений в составе ИСК и полученных результатов анализа внешней и внутренней среды функционирования нами уточнена классификация детерминантов его инновационного развития (см. рисунок).

Полученные результаты в части систематизации детерминантов, влияющих на инновационное развитие регионального

ИСК, способствуют развитию теоретических знаний в области управления инновационно-строительными процессами на региональном уровне.



Детерминанты инновационного развития регионального инвестиционно-строительного комплекса

### Список литературы

1. *Оборин, М. С.* Стратегические факторы технологического прогресса строительства в регионах страны // Вестник Забайкальского гос. ун-та. – 2020. – Т. 26, № 9. – С. 102–110.

2. *Воронин, А. В., Йетишкин, В.* Факторы согласованного развития строительства и экономики региона // Экономика и предпринимательство. – 2020. – № 12 (125). – С. 604–607.
3. *Хрусталева, Б. Б., Конкин, А. Н.* Факторы, влияющие на инновационно-инвестиционную деятельность в строительной отрасли // International Agricultural Journal. – 2019. – Т. 62, № 4. – С. 23.
4. *Асаул, А. Н., Асаул, М. А.* О факторах, не способствующих эффективно действующим строительным компаниям инвестировать в инновации // Вестник гражданских инженеров. – 2019. – № 3 (74). – С. 201–208.
5. *Наука и инновации.* – Текст : электронный // Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Иркутской области : официальный сайт. – URL: <https://irkutskstat.gks.ru/folder/29616> (дата обращения: 16.03.2021).
6. *Kaverzina, L. A., Cherutova, M. I., Nuzhina, I. P.* Problems of the investment and construction business in an innovative economics // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. – 2020. – Vol. 953. – P. 012053.
7. *Kaverzina, L., Koshevoi, P., Dorofeeva, V.* The improvement of company planning at the building enterprise // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. – 2019. – Vol. 667. – P. 012037.

## **ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА: ОТ ЗАРОЖДЕНИЯ ДО ЦИФРОВИЗАЦИИ**

**И.С. Саввина**, аспирант  
(ВГТУ, Воронеж)

В статье рассмотрены основные этапы развития жилищно-коммунального хозяйства (далее – ЖКХ) от зарождения древнерусских городов до настоящего времени и основные законы, которые оказали непосредственное влияние на становление и развитие отрасли. Основная цель данной работы – изучение истории ЖКХ России для выявления возможных путей развития отрасли, одним из которых является цифровизация ЖКХ.

Ключевые слова: ЖКХ, цифровизация, становление отрасли, история ЖКХ

Обратимся к истории возникновения и становления отрасли ЖКХ.

В древнерусских городах застройку представляли в основном одноэтажные деревянные дома с удобствами на улице, в крупных городах существовала довольно развитая система как водоснабжения, так и водоотведения. Археологические раскопки доказывают наличие на Руси общественных колодцев, деревянных водопроводов.

Но во времена правления Иоанна Грозного ситуация резко изменилась в худшую сторону. Это было вызвано постоянным военным положением, которое способствовало остановке обслуживающих процессов в большинстве городов; в конечном итоге существовавшие инженерные инфраструктуры пришли в негодность, а возведением новых никто не занимался.

Основанием ЖКХ в нашей стране принято считать указ царя Алексея Михайловича «О Градском благочинии» от апреля 1649 г., в котором были первые упоминания о государственном контроле за состоянием жилых строений, их безопасностью.

В 1779 г. Екатерина II приказала военному инженеру Фридриху Вильгельму Бауэру заняться созданием новых источников водоснабжения. Так началось строительство первого в нашей стране Мытищинского водопровода, которое закончилось в 1804 г. [1].

Однако, несмотря на достигнутые результаты развития ЖКХ в дореволюционный период, можно сделать вывод как о низком уровне обеспеченности населения самим жильем, так и о низком уровне его благоустройства и городов в целом.

В период новой экономической политики (НЭП) началось масштабное реформирование сферы ЖКХ в России, было сформировано Главное управление коммунального хозяйства, которое минимизировало влияние партийных органов на процесс управления и эксплуатацию жилых домов, оказывало поддержку гражданам в их усилиях по восстановлению и сохранению жилья.

В 1921 г. было возвращено право частной собственности на жилые дома при условии, что собственники самостоятельно должны проводить необходимый ремонт.

В 1924 г. жилищные товарищества сменились жилищно-арендными кооперативными товариществами (ЖАКТ). Данная форма управления ЖКХ способствовала восстановлению коммунальной сферы и возвращению жилищного фонда на дореволюционный уровень, так как многоквартирные дома (далее – МКД) оставались в собственности у местных советов, а жильцам передавались в аренду.

Острой проблемой был размер финансирования и ресурсного обеспечения систем коммунального обслуживания. Объем инвестиций в коммунальное хозяйство был существенно ниже необходимого минимума.

В годы Великой Отечественной войны в СССР были разрушены и уничтожены почти все электростанции, пострадали канализация, водопровод и жилые дома [2].

В 1946 г. Наркомат коммунального хозяйства был преобразован в Министерство коммунального хозяйства. В 1954 г. в СССР начала осуществляться программа массового жилищно-

го строительства, в результате которой в 1980-е гг. жилищный фонд страны составлял 1,3 млрд м<sup>2</sup>, более чем на 90 % был обеспечен водопроводом и канализацией, а также более чем на 80 % – центральным отоплением, ванными, душами и газификацией.

Однако в сфере ЖКХ возникли глобальные проблемы, такие как снижение качества обслуживания и предоставляемых жилищно-коммунальных услуг (далее – ЖКУ), отсутствие экономии основных ресурсов как со стороны населения, так и со стороны предприятий ЖКХ, большая степень износа основных фондов, низкая эффективность работы предприятий ЖКХ и т.д. В результате начался глобальный кризис в этой сфере.

В 1990-х гг. появляются предпосылки для изменения этой ситуации. В июле 1991 г. был принят закон «О приватизации жилищного фонда РСФСР», который дал право гражданам приватизировать занимаемую жилплощадь, т.е. получать квартиры в частную собственность.

28 апреля 1997 г. президент РФ Б.Н. Ельцин утвердил «Концепцию реформы ЖКХ в РФ». Она отражала основные пути реформирования ЖКХ России и предусматривала создание управляющих организаций с целью защиты прав потребителей, но финансовый кризис 1998 г. остановил ход реформ, что спровоцировало разорение предприятий отрасли.

Началом выхода из сложившейся ситуации было принятие 17 ноября 2001 г. подпрограммы «Реформирование и модернизация жилищно-коммунального комплекса РФ».

1 марта 2005 г. вступил в силу Жилищный кодекс РФ, который утвердил возможность получения бесплатной квартиры только для малоимущих семей, дал возможность собственникам жилых помещений самостоятельно выбирать удобный для них способ управления домом, затронул вопросы, касающиеся переустройства и перепланировки жилого помещения, и т.д. [3].

Большое значение имел указ президента РФ «О мерах по обеспечению граждан РФ доступным и комфортным жильем и повышению качества жилищно-коммунальных услуг», который обязал Правительство РФ снизить стоимость 1 м<sup>2</sup> жилья,

размер процентной ставки по ипотечному кредиту во взаимосвязи с индексом потребительских цен, увеличить количество выдаваемых ипотечных жилищных кредитов и т.д.

В 2013 г. постановлениями Правительства РФ «О порядке осуществления деятельности по управлению МКД» и «О минимальном перечне услуг и работ, необходимых для обеспечения надлежащего содержания общего имущества в МКД, и порядке их оказания и выполнения» были установлены правила пообъектного управления жилыми домами и обязательный перечень услуг и работ, необходимых для обеспечения надлежащего содержания общего имущества в МКД.

Анализируя историю развития ЖКХ России, можно сделать вывод, что эта отрасль на этапе прогресса информационных технологий стала более эффективной, но остались следующие проблемы: низкий уровень инвестирования и рентабельности, нерациональное использование ресурсов, конфликт потребителей и исполнителей ЖКУ, уровень качества ЖКУ. Следовательно, есть необходимость дальнейшего реформирования отрасли и преодоления этих недостатков.

Началом следующего этапа реформирования отрасли ЖКХ стал Указ Президента РФ от 07.05.2018 № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития РФ на период до 2024 года». Именно принятие данного указа положило начало цифровизации в сфере ЖКХ.

В настоящее время сфера ЖКХ переживает глобальные изменения, которые спровоцированы внедрением инноваций и цифровых данных во все процессы ее деятельности. Цифровизация ЖКХ – не просто двигатель прогресса, это необходимое условие для глобальной конкуренции отрасли, единственный путь развития в XXI веке, который поможет решить многие существующие проблемы, упрощая взаимодействие между многочисленными субъектами и объектами отрасли, снимая напряжение между поставщиками и потребителями ЖКУ, повышая их качество и тем самым улучшая уровень жизни населения.

Исходя из вышеизложенного, можно утверждать, что сфера ЖКХ в России – это одно из наиболее сложных направлений со-

циального и экономического реформирования, которое постоянно сталкивалось с проблемами финансирования, управления, уровня качества предоставляемых ЖКУ, изношенности основных фондов предприятий ЖКХ, убыточности отрасли, низкой эффективности работы предприятий ЖКХ и др. В настоящее время отрасль ЖКХ требует кардинальных перемен, без которых просто невозможно изменить сложившуюся ситуацию.

### **Список литературы**

1. *Вацук, А. Э.* Становление финансовых отношений в жилищно-коммунальном хозяйстве России // Экономика и управление. – 2014. – № 5. – С. 89–97.
2. *Гладких, Л. Н., Нартова, Е. В.* История возникновения и становления ЖКХ в РФ // Проблемы строительного производства и управления недвижимостью : труды Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Кемерово : КузГТУ, 2014. – С. 40–44.
3. *Жилищный кодекс Российской Федерации* : изм. на 28.06.2021 : введ. 2005-03-01. – Текст : электронный // Тех-эксперт. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов.



## **ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ ЛОВУШКИ В СТРОИТЕЛЬНОМ БИЗНЕСЕ**

**М.Н. Юденко**, д-р экон. наук, доцент

**(СПбГЭУ, Санкт-Петербург),**

**Д.А. Макаров**, канд. экон. наук, доцент

**(ПГУПС Императора Александра I, Санкт-Петербург)**

Цель статьи – объяснить влияние институциональных ловушек на развитие бизнеса. Дана оценка ситуациям, при которых неэффективные формальные нормы приводят к нарушению институционального равновесия при ведении предпринимательской деятельности. Нарушение институционального равновесия обуславливает появление институциональных ловушек в бизнесе. Приведены примеры институциональных ловушек в сфере строительства.

Ключевые слова: социальные институты, институциональная ловушка, строительный бизнес, предприниматели

Роль социальных институтов в развитии бизнеса исследуется на протяжении десятилетий как зарубежными, так и отечественными учеными [1, 2]. Но такие исследования не имеют границ законченности и критериев того, что задача решена. Поэтому время от времени появляются новые объяснения, нарративы и научные гипотезы, связанные с институциональной проблематикой. Строительный бизнес не является исключением, так как на сферу строительства оказывают влияние институциональные, экономические, организационные, производственные факторы. Кроме того, в строительстве существуют административные барьеры и оппортунизм. Справедливости ради надо отметить, что количество административных барьеров в строительной сфере каждый год снижается.

Актуальность статьи определяется тем фактом, что проблема институциональной устойчивости становится очевидной, если исследовать изменение структуры институтов во времени. Причин такого изменения может быть несколько.

Первая причина – наличие наряду с формальными нормами и неформальных норм. По мнению Э. Фуруботна и Р. Рихтера, не всегда понятно, какой набор неформальных норм получит свое развитие в рамках формальных норм и как долго будет продолжаться процесс спонтанного роста неформальных норм [3, с. 233]. И не всегда понятно, когда сможет возникнуть институциональное равновесие, при котором первоначальный набор формальных норм будет активно функционировать, несмотря на факт появления неформальных норм.

Убедимся в возможности подавления формальных норм и правил неформальными на примере изменения ставки на страховые взносы. В 2001–2004 гг. тариф страховых взносов (единый социальный налог) составлял 35,6 %. Этот период характеризовался большим удельным весом зарплат в конвертах, а также неофициальной работой персонала в предпринимательских структурах. В 2005–2010 гг. единый социальный налог снизился до уровня 25 %. И в этот период хозяйствующие субъекты вышли из тени. В 2012–2013 гг. ставка страховых взносов была на уровне 32 %, с 2014 г. – 34 % [4]. Объем серых зарплат в России в 2018 г. достиг 13 трлн руб. В настоящее время, по данным ВЦИОМ, официальную зарплату, с которой работодатели платят налоги, получают около 86 % россиян [5].

Официальная статистика об уровне серых зарплат по видам экономической деятельности отсутствует. Но такую информацию публикует Центробанк России. В 2018 г. Центробанк РФ впервые обнаружил данные о ситуации с серыми финансовыми схемами в разных сферах экономики. По сведениям регулятора, самый большой объем теневых финансовых услуг (30 % от общего объема) пришелся на строительную сферу, еще 20 % – на оптово-розничную торговлю стройматериалами и промтоварами [6].

Основные серые операции в сфере строительства – обналичивание денежных средств и их вывод за рубеж по фиктивным основаниям. Но ситуация меняется, так как появляются механизмы усиления контроля за расходами застройщиков. Центробанк РФ и налоговые органы получили возможность осуществ-

лять полный и сквозной контроль всех цепочек платежей стройки.

Этот пример наглядно показывает смену формальной нормы на неформальную, когда формальная норма становится неэффективной для предпринимателя и нарушается институциональное равновесие. Работодатели пытаются сохранить свои предпринимательские возможности, и возникает искушение прибегать к серым зарплатам. В этом случае и государство, и сами предприниматели попадают в институциональную ловушку.

Сложно получить ответ на вопрос, когда сможет возникнуть институциональное равновесие, при котором первоначальный набор формальных норм будет активно функционировать, несмотря на факт появления неформальных. Наличие такого равновесия и есть одна из причин успешного развития бизнеса, включая и сферу строительства.

Механизмы, предлагаемые государству для выхода из институциональной ловушки:

1. Показатель средней зарплаты каждого работника должен быть не меньше установленного МРОТ и среднеотраслевой региональной величины. Если одно из соотношений не соблюдено, то предпринимателю надо ожидать приглашения в налоговые органы.

2. Если налоговая проверка установит и докажет факт серых зарплат, работодателю за свой счет придется заплатить не только страховые взносы, но и НДФЛ со скрытых от налогов выплат. И понятно, что перспектива взыскать с работника уплаченный за него в бюджет НДФЛ отсутствует.

3. В конце 2019 г. банкам была разослана рекомендация уведомлять налоговую и финансовую службу по финансовому мониторингу о подозрениях в выплатах серых зарплат. По операциям, связанным с перечислением денег со счетов компаний на счета физических лиц под видом выплаты заработной платы, которые банку покажутся сомнительными, он запросит документы, подтверждающие факт уплаты обязательных платежей в бюджет.

У предпринимателей есть возможность найти среднеотраслевой ориентир заработной платы. На сайте ФНС России есть разделы «Прозрачный бизнес» и «Калькулятор налоговой нагрузки». К примеру, в 2019 г. среднеотраслевая зарплата строительной сферы, в частности в строительстве домов в Москве, составила 94 970 руб. (рентабельность 2,60 %), в Санкт-Петербурге – 64 180 руб. (рентабельность 2,29 %) [7]. И как нам кажется, ориентация на показатель среднеотраслевой заработной платы есть очередная институциональная ловушка.

Вторая причина возникновения институциональных ловушек: институциональное изменение может происходить в результате экономического роста или спада, интеллектуальных, технических сдвигов. Как учит история, нет легкого способа предотвратить институциональную неустойчивость, а попытки остановить изменение с помощью силы остаются неэффективными. А.В. Верников считает, что в этом случае следует говорить о революционном пути развития институциональной ловушки, и придерживается ее понимания как нежелательного или непредвиденного продукта человеческой деятельности в сфере институциональных инноваций [8, с. 10]. Ученый полагает, что ловушка возникает не в ходе обычного эволюционного развития, а при попытке изменить систему, привести в нее новые институты, не свойственные ей и заимствованные из-за рубежа. И в этом смысле можно говорить об ипотечных кредитах.

В строительной сфере основным источником финансирования инвестиций является не прибыль, а банковские кредиты. По данным банка России, в 2019 г. объем предоставленных жилищных кредитов составил 2 847 517 млн руб., задолженность по кредитам по состоянию на 01.01.2021 – 7 470 185 млн руб., просроченная задолженность на 01.01.2021 – 63 849 млн руб. [9, с. 16]. Просроченная задолженность в 2018 г. была на уровне 61 300 млн руб. Взрывной рост объемов ипотечного кредитования в условиях снижения реальных доходов населения подтолкнет рост просроченной задолженности. Дальнейший рост показателей такого рода чреват «ипотечным пузырем», аналог которого наблюдался в США в 2003–2008 гг.

Такое положение на рынке жилищного строительства говорит о рискованном поведении домохозяйств и кредитных организаций. Предупреждая обвал строительного рынка и возможный финансовый ипотечный коллапс, правительство РФ ввело в действие программу субсидирования ипотечной процентной ставки, рассчитанной на один год, которая впоследствии была продлена до середины 2021 г. В 2020 г. бюджет увеличил расходы на субсидии в 20 раз, и они составили 40 млрд руб. (в 2019 г. – 2 млрд). А в 2021 и 2022 гг. расходы могут вырасти до 80 млрд руб. за счет накопления ипотечного портфеля с субсидированными ставками.

Экспертные опросы заемщиков и кредиторов показали, что отражающие сложившиеся установки социального взаимодействия различных групп населения «финансового ярма» ипотеки имеют, как правило, неформальный характер, фиксируются в поведенческих моделях и отражают возникающие наборы дисфункций «пересаживаемых рыночных институтов» [10]. Проигравшие на рынках ипотечного жилья – это массовые слои российского населения, которые не способны в принципе ее оплатить по рыночной цене в длительной перспективе, и в данном случае они выходят из ипотеки с потерей своих сбережений. Установлено, что нет эффективного механизма «обратной передачи» из банков заемщикам (дольщикам) их финансовых средств, которые были ими вложены в строительство жилья, поэтому получается, что люди, которые взяли ипотеку и не в состоянии ее отдать, обязаны передавать свое жилье в собственность банку. В итоге заемщик и банк оказываются в институциональной ловушке.

Обобщая сказанное, отметим, что нарушение институционального равновесия серьезно влияет на развитие бизнеса и является препятствием экономического развития не только в России, но и в зарубежных странах. По мнению авторов, причиной такого положения является недостаток координации между государством и рыночными отношениями. Если рынок «проваливается» в каком-то секторе, то государство может вмешаться и исправить ситуацию. Но если государство со своими функ-

циями администрирования не выработает эффективные социальные институты, то рынок не сможет исправить ситуацию.

### Список литературы

1. *Oparin, S., Chepachenko, N., Yudenko, M.* The role of social institutions in building and construction business activity of entrepreneurs // Innovations in science and education : CBU International Conf. Proceedings. – Prague, Czech Republic. – 2017, Mar. 22–24. – Vol. 4. – P. 337–342.
2. *Вольчик, В. В.* Нарративы и понимание экономических институтов // Terra Economicus. – 2020. – № 18 (2). – С. 49–69.
3. *Фуруботн, Э. К., Рухтер, Р.* Институты и экономическая теория. Достижения новой институциональной экономической теории. – Санкт-Петербург : СПбГУ, 2005. – 701 с.
4. *О страховых взносах* в Пенсионный фонд Российской Федерации, Фонд социального страхования Российской Федерации, Федеральный фонд обязательного медицинского страхования : федеральный закон РФ от 24.06.2009 № 212-ФЗ. – Текст : электронный // КонсультантПлюс.
5. *Зарплата* в конвертах: исчезающая натура? – Текст : электронный // ВЦИОМ : официальный сайт. – URL: <https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskii-obzor/zarplata-v-konverte-ischezajushchaja-natura> (дата обращения: 12.08.2021).
6. *Годовой отчет* банка России за 2018 год. – Москва : АО «АЭИ “ПРАЙМ”», 2019. – 392 с.
7. *Налоговый калькулятор.* – Текст : электронный // Федеральная налоговая служба : официальный сайт. – URL: <https://pb.nalog.ru/calculator.html> (дата обращения: 22.02.2021).
8. *Верников, А. В.* Концепция институциональных ловушек: попытка применения к анализу нового института. – Москва : Ин-т экономики РАН, 2020. – 43 с.
9. *Сведения о рынке жилищного (ипотечного жилищного) кредитования в России* : информационно-аналитический материал. – Москва : Банк России, 2020. – 140 с.

10. *Полтерович, В. М.* Общество и реформы. Институциональные ловушки, есть ли выход. – Текст : электронный // naukarus : Российская библиотека научных журналов и статей академии (РАН). – URL: <http://naukarus.com/institutsionalnye-lovushki-est-li-vyход> (дата обращения: 22.02.2021).

## СОДЕРЖАНИЕ

---

### **СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ. РАСЧЕТ СООРУЖЕНИЙ ..... 3**

#### **Расчет сооружений**

**Богатырева Т.В., Солодков А.А.**

Решение задачи синтеза расчетной схемы  
с прогнозированием надежности ..... 3

**Моисеенко М.О., Попов О.Н., Трепутнёва Т.А.**

Расчет несовершенной гибкой пластины с учетом  
термосилового воздействия..... 9

**Потапов А.Н., Тазеев Н.Т.**

Анализ колебаний модели надземного газопровода  
с односторонними связями.....15

#### **Основания, фундаменты и инженерная геология**

**Линовский С.В., Якушкина Т.А.**

Влияние учета демпфирующих свойств системы «машина –  
фундамент – основание» на колебания свайного фундамента...22

**Маньшин А.Г., Молчанов В.С.**

Результаты обследования здания магазина  
для ввода его в эксплуатацию .....28

**Молчанов В.С., Маньшин А.Г.**

Определение физико-механических характеристик грунта  
основания 9-этажного жилого здания  
в рамках геотехнического мониторинга .....35



**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ АРХИТЕКТУРЫ  
И ГОРОДСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ..... 41**

**Актуальные проблемы  
преобразования архитектурной среды  
в современных условиях**

**Акимова М.И., Белозерова О.Д.**

Определение иерархии элементов парков г. Новосибирска  
и анализ показателя их композиционной сложности .....41

**Акимова М.И., Немцова М.А.**

Особенности разработки функциональных схем  
детских лагерей.....47

**Геронимус В.В.**

Проблема оптимизации эксплуатации  
городского пространства в условиях  
значительных снегоотложений .....53

**Рублев М.А., Рублева А.А.**

Семантика архитектурных элементов  
крестьянского жилища Притомья в традициях  
русской свадьбы (по материалам полевых исследований).....56

**Архитектура и реконструкция городской среды**

**Ануфриева Н.А.**

Формирование объемно-пространственного мышления  
в творческой работе обучающихся дополнительного  
предпрофессионального образования .....62

**Ануфриева Н.А., Бунтовский Д.Ф.**

Система информационного моделирования крупных  
архитектурных объектов .....68

**Гучкова С.Н.**

Значение графических представлений в формировании  
объемно-пространственного мышления .....71

<b>Жилкина З.В.</b> Формирование портфолио обучающихся в Школе архитектурного развития (ШАР).....	76
<b>Кетова Е.В., Голубева О.А.</b> Основные факторы развития общественных пространств в крупных городах Сибири.....	81
<b>Кетова Е.В., Кутузов В.В.</b> Роль ресурсосбережения в повышении энергоэффективности малоэтажного жилья.....	86
<b>Кетова Е.В., Литвиненко М.И.</b> Современные тенденции развития малометражного жилья.....	92
<b>Маркина В.Ю.</b> Объемно-пространственное моделирование в Школе архитектурного развития (ШАР).....	97
<b>Питиримова А.В., Нижегородцева Ю.Е.</b> Водоснабжение Санкт-Петербурга в начале XIX – конце XX в. ....	103

**ПРИРОДООХРАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ  
ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО  
И ВОДНОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСОВ  
И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ..... 110**

**Современные проблемы гидротехнического  
строительства и организация геодезического контроля  
при мониторинге безопасности**

<b>Гахова Л.Н., Кузнецова Ю.А.</b> Прогнозная оценка состояния конструктивных элементов машинного зала Рогунского гидроузла по значениям конвергенции в измерительных створах.....	110
---	-----

**Дзюбенко Л.Ф.**

Обзор документов по безопасности гидротехнических сооружений, вступивших в силу с 1 января 2021 г.....117

**Природоохранные технологии,  
переработка и утилизация  
техногенных образований и отходов**

**Федорова С.В., Крыжановский А.Н.**

Технологическая схема очистки подмерзлотных вод Центральной Якутии .....123

**Теплогазоснабжение, вентиляция  
и охрана воздушного бассейна**

**Мухин А.И.**

Расчет газовых сетей на территориях с неравномерной плотностью газопотребления .....129

**Чапаев Д.Б., Чапаева С.Г.**

Расчет минимума растворимости магнетита в теплосетевой воде с разным значением водородного показателя .....134

**Черкасова А.В., Хлюстов Д.А., Мезенцев И.В.**

Регенеративные теплообменники для утилизации теплоты вентиляционных выбросов .....137

**СОВРЕМЕННЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ  
ИХ ПРОИЗВОДСТВА.....141**

**Матус Е.П., Щербинина А.Е.**

Определение коэффициента отражения фасадных материалов .....141

**Ткаченко С.Е., Пичугин А.П.**

Изучение светопропускания строительных композитов для решения архитектурно-технологических задач .....148

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ,  
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ  
И МЕТОДЫ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ДАННЫХ ..... 154**

**Бессонова Н.В.**

Использование BIM-технологий в моделировании  
восточного архитектурного декора .....154

**Боева В.А.**

Алгоритмы непараметрической идентификации  
динамической характеристики теплофизической системы.....165

**Воевода А.А., Филюшов В.Ю.**

Полиномиальный матричный метод синтеза  
системы подчиненного регулирования .....171

**Патрушева Е.Е.**

Применение метода виртуальных элементов  
для решения задач теплопереноса в гетерогенных средах .....178

**СОЦИОГУМАНИТАРНОЕ ЗНАНИЕ  
В СТРУКТУРЕ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ ..... 184**

**Особенности языковой подготовки  
специалистов в строительной отрасли  
в современных условиях**

**Абросимова А.В.**

Методическая модель формирования коммуникативной  
компетенции бакалавров по направлению подготовки  
«Строительство» .....184

**Фролова Е.В.**

А. Блок и М. Пришвин: история одной полемики .....191

**ИНВЕСТИЦИОННО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ БИЗНЕС:  
ДЕТЕРМИНАНТЫ, ПРОБЛЕМАТИКА,  
ПЕРСПЕКТИВЫ ..... 197**

**Каверзина Л.А., Нужина И.П., Черутова М.И.**

Детерминанты инновационного развития регионального  
инвестиционно-строительного комплекса .....197

**Саввина И.С.**

История развития жилищно-коммунального хозяйства:  
от зарождения до цифровизации .....203

**Юденко М.Н., Макаров Д.А.**

Институциональные ловушки в строительном бизнесе .....208

**МАТЕРИАЛЫ**  
**XIV МЕЖДУНАРОДНОЙ**  
**НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**  
**«АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ АРХИТЕКТУРЫ**  
**И СТРОИТЕЛЬСТВА»**

ISBN 978-5-7795-0932-9



Темплан 2021 г.

Редактор М.Е. Беляева

Санитарно-эпидемиологическое заключение  
№ 54.НС.05.953.П.006252.06.06 от 26.06.2006 г.  
Подписано к печати 22.11.2021. Формат 60×84/16.  
Гарнитура Таймс. Бумага офсетная. Печать цифровая.  
Объем 10,085 уч.-изд.л.; 14 п.л. Тираж 100 экз. Заказ №

---

Новосибирский государственный  
архитектурно-строительный университет (Сибстрин)  
630008, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

---

Отпечатано