

ISSN 1997-9347

Components of Scientific and Technological Progress

SCIENTIFIC AND PRACTICAL JOURNAL

№ 4(94) 2024

Paphos, Cyprus, 2024

Journal "Components
of Scientific and Technological
Progress"
is published 12 times a year

Founder
Development Fund for Science
and Culture
Scientific news of Cyprus LTD

The journal "Components of Scientific
and Technological Progress" is included
in the list of HAC leading peer-reviewed
scientific journals and publications
in which the main scientific results
of the dissertation for the degree
of doctor and candidate of sciences
should be published

Chief editor
Vyacheslav Tyutyunnik

Page planner:
Marina Karina

Copy editor:
Natalia Gunina

Director of public relations:
Ellada Karakasidou

Postal address:
1. In Cyprus:
8046 Atalanta court, 302
Paphos, Cyprus
2. In Russia:
13 Shpalernaya St,
St. Petersburg, Russia

Contact phone:
(+357)99-740-463
8(915)678-88-44

E-mail:
tmbprint@mail.ru

Subscription index of Agency
"Rospechat" No 70728
for periodicals.

Information about published
articles is regularly provided to
Russian Science Citation Index
(Contract No 124-04/2011R).

Website:
<http://moofrnk.com/>

Editorial opinion may be different
from the views of the authors.
Please, request the editors'
permission to reproduce
the content published in the journal.

ADVISORY COUNCIL

Tyutyunnik Vyacheslav Mikhailovich – Doctor of Technical
Sciences, Candidate of Chemical Sciences, Professor, Director of
Tambov branch of Moscow State University of Culture and Arts,
President of the International Information Center for Nobel Prize,
Academy of Natural Sciences, tel.: 8(4752)504600,
E-mail: vmt@tmb.ru, Tambov (Russia)

Bednarzhevsky Sergey Stanislavovich – Doctor of Technical
Sciences, Professor, Head of Department of Safety, Surgut State
University, laureate of State Prize in Science and Technology,
Academy of Natural Sciences and the International Energy Academy,
tel.: 8(3462)762812, E-mail: sbed@mail.ru, Russia

Voronkova Olga Vasilyevna – Doctor of Economics, Professor,
Academy of the Academy of Natural Sciences, tel.: 8(981)9720993,
E-mail: voronkova@tambov-konfcentr.ru, St. Petersburg (Russia)

Omar Larouk – PhD, Associate Professor, National School
of Information Science and Libraries University of Lyon,
tel.: +0472444374, E-mail: omar.larouk@enssib.fr, Lyon (France)

Wu Songjie – PhD in Economics, Shandong Normal University,
tel.: +86(130)21696101; E-mail: qdwucong@hotmail.com,
Shandong (China)

Du Kun – PhD in Economics, Associate Professor, Department of
Management and Agriculture, Institute of Cooperation of Qingdao
Agrarian University, tel.: 8(960)6671587,
E-mail: tambovdu@hotmail.com, Qingdao (China)

Andreas Kyriakos Georgiou – Lecturer in Accounting, Department of
Business, Accounting & Finance, Frederick University,
tel.: (00357) 99459477 E-mail: bus.akg@frederick.ac.cy, Limassol
(Cyprus)

Petia Tanova – Associate Professor in Economics, Vice-Dean of
School of Business and Law, Frederick University,
tel.: (00357)96490221, E-mail: ptanova@gmail.com, Limassol
(Cyprus)

Sanjay Yadav – Doctor of Philology, Doctor of Political Sciences,
Head of Department of English, Chairman St. Palus College Science,
tel.: 8(964)1304135, Patna, Bihar (India)

Levanova Elena Alexandrovna – Doctor of Education, Professor,
Department of Social Pedagogy and Psychology, Dean of the Faculty
of retraining for Applied Psychology, Dean of the Faculty of Pedagogy

and Psychology of the Moscow Social and Pedagogical Institute; tel.: 8(495)6074186, 8(495)6074513; E-mail: dekanmospi@mail.ru, Moscow (Russia)

Petrenko Sergey Vladimirovich – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Department of Mathematical Methods in Economics, Lipetsk State Pedagogical University, tel.: 8(4742)328436, 8(4742)221983, E-mail: viola@lipetsk.ru, viola349650@yandex.ru, Lipetsk (Russia)

Tarando Elena Evgenievna – Doctor of Economics, Professor of the Department of Economic Sociology, St. Petersburg State University, tel.: 8(812)2749706, E-mail: elena.tarando@mail.ru, St. Petersburg (Russia)

Veress József – PhD, Researcher in Information Systems Department, Business School of Corvinus University, tel.: 36 303206350, 36 1 482 742; E-mail: jozsef.veress@uni-corvinus.hu, Budapest (Hungary)

Kochetkova Alexandra Igorevna – Doctor of Philosophy and Cultural Studies (degree in organizational development and organizational behavior), PhD, Professor, Department of General and Strategic Management Institute of Business Administration of the Russian Academy of National Economy and Public Administration under the President of the Russian Federation, E-mail: dak6966@gmail.com, Moscow (Russia)

Bolshakov Sergey Nikolaevich – Doctor of Political Sciences, Doctor of Economics, Vice-Rector for Academic Affairs, Professor, Syktyvkar State University named after Pitirim Sorokin, tel.: 8(921)6334832, E-mail: snbolshakov@mail.ru, Syktyvkar (Russia)

Gocłowska-Bolek Joanna – Center for Political Analysis, University of Warsaw, tel. 48691445777, E-mail: j.gocłowska-bolek@uw.edu.pl, Warsaw (Poland)

Karakasidou Ellada – A&G, Kotanides LTD, Logistic, tel.: +99346270, E-mail: espavoellada9@gmail.com, Paphos (Cyprus)

Artyukh Angelika Alexandrovna – Doctor of Art History, Professor of the Department of Dramatic and Cinema Studies, St. Petersburg State University of Cinema and Television; tel.: +7(911)9250031; E-mail: s-melnikova@list.ru, St. Petersburg (Russia)

Melnikova Svetlana Ivanovna – Doctor of Art History, Professor, Head of the Department of Dramatic Art and Cinema Studies at the Screen Arts Institute of St. Petersburg State University of Cinema and Television; tel.: +7(911)9250031; E-mail: s-melnikova@list.ru, St. Petersburg (Russia)

Marijan Cingula – Tenured Professor, University of Zagreb, Faculty of Economics and Business, tel.: +385(95)1998925, E-mail: mcingula@efzg.hr, Zagreb (Croatia)

Pukharenko Yury Vladimirovich – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Building Materials Technology and Metrology at St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Corresponding Member of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences; tel.: +7(921)3245908; E-mail: tsik@spbgasu.ru, St. Petersburg (Russia)

Przygoda Mirosław – Dr. hab., Head of Institute of Economic Analysis and Planning, Department of Management, University of Warsaw, tel.: 225534167, E-mail: mirosławprzygoda@wp.pl, Warsaw (Poland)

Recker Nicholas – PhD, Associate Professor, Metropolitan State University of Denver, tel.: 3035563167, E-mail: nrecker@msudenver.edu, Denver (USA)

Содержание

Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение

- Александрова Л.Н., Носенко М.О.** Экспериментальное исследование гидравлических сопротивлений по длине с помощью программы SolidWorks 8
- Зубарев К.П., Зобнина Ю.С., Сапронова Ю.А., Федосеев В.Д.** Исследование движения парообразной влаги в строительных материалах зданий 14
- Зубарев К.П., Федосеев В.Д., Сапронова Ю.А., Будник Ф.А.** Оценка температурного перепада для исследования температурно-влажностного режима ограждающих конструкций зданий 22

Строительные материалы и изделия

- Медведева Г.А., Юсупова А.А., Иксанова А.Б.** Инновационное применение накипи воды в бетонных смесях: анализ свойств и перспективы использования 28
- Медведева Г.А., Юсупова А.А., Яруллина Л.Р.** Исследование и перспективы утилизации золошлаковых отходов в строительстве 34
- Пиляй И.В.** Прогнозирование успешности внедрения инновационных строительных материалов с использованием методов машинного обучения 40

Технология и организация строительства

- Лapidус А.А., Сабанчиева М.Х.** Индекс функциональности проведения научно-технического сопровождения строительства 46

Теория и история архитектуры, реставрация и реконструкция историко-архитектурного наследия

- Золотарева М.В., Петешова А.М., Пономарев А.В.** Архитектурные символы города Омска 51
- Юй Юнмин, Ван Луюн, Мэнь Хунсинь** Исследование метода цифрового восстановления платформы больших данных на примере объектов культурного наследия в бассейне реки Хэйлунцзян 57

Управление жизненным циклом объектов строительства

Казиков С.Д., Федоров С.С., Корнев Д.А., Гатиатуллина Р.А. Частотный анализ проектной цифровой информационной модели учебного корпуса 62

Казиков С.Д., Федоров С.С., Корнев Д.А., Этрель А.Г. Сравнительный анализ программного обеспечения для проверки на коллизии 68

Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды

Мучкинова Л.И., Савич В.Л., Отев К.С. Оценка погрешности измерений при определении механического сопротивления образцов кирпича методом одноосного испытания на прочность при сжатии..... 73

Математические, статистические и инструментальные методы экономики

Зайцева И.В., Филимонов А.А., Пучкова Е.М., Демчук А.А. Математическое моделирование решения сетевой задачи 81

Taximov A.B., Satvaldina D.R. How to Apply Information Technology Tools in Improving the Life of a City. iКОМЕК Experience 86

Финансы

Меньшакова М.А., Воронкова О.В. Ключевые навыки финансовой грамотности .. 95

Мировая экономика

Gribanovskaya S.V., Semenova Yu.E., Bizekina T.V. Features of the Territorial Location of Business in the Arctic Region..... 101

Менеджмент

Скоромец Е.К. Особенности продвижения туристического бизнеса в социальных сетях на современном этапе 106

Contents

Heating, Ventilation, Air Conditioning, Gas Supply and Lighting

Aleksandrova L.N., Nosenko M.O. Experimental Study of Hydraulic Resistance Along the Length Using the SolidWorks Program	8
Zubarev K.P., Zobnina Yu.S., Sapronova Yu.A., Fedoseev V.D. Study of the Movement of Vaporous Moisture in Building Materials	14
Zubarev K.P., Fedoseev V.D., Sapronova Yu.A., Budnik F.A. Assessment of Temperature Differences for Studying the Temperature and Moisture Conditions of Building Envelopes	22

Building Materials And Products

Medvedeva G.A., Yusupova A.A., Iksanova A.B. Innovative Application of Water Scale in Concrete Mixes: Analysis of Properties and Perspectives of Use	28
Medvedeva G.A., Yusupova A.A., Yarullina L.R. Research and Prospects of Ash and Slag Waste Utilization in Construction.....	34
Pilyai I.V. Predicting the Success of Innovative Building Materials Implementation Using Machine Learning Methods	40

Construction Technology and Management

Lapidus A.A., Sabanchieva M.H. The Index of Functionality of Scientific and Technical Support of Construction.....	46
---	----

Theory and History of Architecture, Restoration and Reconstruction of Historical and Architectural Heritage

Zolotareva M.V., Peteshova A.M., Ponomarev A.V. Architectural Symbols of the City of Omsk.....	51
Yu Yunming, Wang Luyang, Men Hongxin A Study of the Digital Restoration Method of the Big Data Platform on the Example of Cultural Heritage Objects in the Heilongjiang River Basin.....	57

Life Cycle Management of Construction Objects

Kazakov S.D., Fedorov S.S., Kornev D.A., Gatiatullina R.A. Frequency Analysis of the Educational Building's Digital Information Design Model 62

Kazakov S.D., Fedorov S.S., Kornev D.A., Etrek A.G. Comparative Analysis of Software for Searching Collisions in Information Models 68

Methods and Devices for Monitoring and Diagnosing Materials, Products, Substances and the Natural Environment

Muchkinova L.I., Savich V.L., Otev K.S. Estimation of Measurement Error in Determining the Mechanical Resistance of Brick Samples by Uniaxial Compressive Strength Test ... 73

Mathematical, statistical and instrumental methods of economics

Zaitseva IV, Filimonov AA, Puchkova EM, Demchuk AA Mathematical Modeling of Solving a Network Problem 81

Таксимов А.Б., Сатвалдина Д.Р. Как применять инструменты информационных технологий для улучшения жизни города. Опыт iКОМЕК..... 86

Finance

Menshakova M.A., Voronkova O.V. Key Financial Literacy Skills..... 95

World Economy

Грибановская С.В., Семенова Ю.Е., Бикезина Т.В. Особенности территориального размещения бизнеса в Арктическом регионе 101

Management

Skoromets E.K. Features of the Promotion of the Tourism Business in Social Networks at the Present Stage 106

УДК 621.22-225

Экспериментальное исследование гидравлических сопротивлений по длине с помощью программы SolidWorks

Л.Н. Александрова, М.О. Носенко

ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный университет»,
г. Хабаровск (Россия)

Ключевые слова и фразы: компьютерное моделирование; коэффициент гидравлического трения; модель потока; опытная установка; расчет потерь по длине; системы водоснабжения и водоотведения.

Аннотация. Расчет гидравлических потерь в трубопроводах является актуальной задачей в связи с необходимостью их оценки в системах промышленного водоснабжения. Транспортировка жидкости обусловлена большими энергетическими и экономическими затратами, расчет которых требует не только повышения эффективности работы трубопроводов водоснабжения, но и большой точности. Исследования различных вариантов технологических процессов на физическом оборудовании имеют ряд недостатков. Поэтому оптимизация существующих производственных процессов и внедрение в производство новых видов продукции обходятся очень дорого. Чтобы сократить эти затраты, все чаще прибегают к использованию компьютерного моделирования технологических процессов. Такой подход позволяет численно смоделировать желаемый процесс и подобрать оптимальные параметры работы оборудования еще до принятия окончательных решений по технологическому оборудованию и организации самого производственного процесса. В статье представлены результаты экспериментального расчета гидравлических потерь по длине и определению коэффициента гидравлического трения короткого напорного трубопровода с помощью моделирования в программе SolidWorks Flow Simulation. Целью данной работы является получение рабочих параметров при проведении натурных испытаний на опытном стенде и подтверждение их методом компьютерного моделирования. Авторами работы был выполнен сравнительный анализ результатов исследования потерь по длине на испытательном стенде и его аналоге, разработанном в программе SolidWorks Flow Simulation. Полученные ре-

зультаты исследования позволили сделать выводы о перспективности применения методов компьютерного моделирования с целью оптимизации, совершенствования различных процессов, технологий, оборудования в строительстве.

Одним из значимых вопросов гидродинамики является определение гидравлического сопротивления при транспортировке жидкости в трубе. Расчет потерь напора необходим, так как это связано с подсчетом затрат энергии, требуемой оборудованием, с целью ее компенсации. Потери напора складываются из потерь на местных сопротивлениях и сопротивлениями по длине трубопровода, обусловленными силами трения при перемещении жидкости. Потери напора на трение объясняются свойством жидкости – вязкостью, которая возникает при перемещении жидкости. При турбулентном движении вязкость возникает в результате обмена количеством движения между частицами жидкости соседних слоев, так как они движутся с различными скоростями. Местные сопротивления возникают при изменениях величины скорости или ее направления и вызываются фасонными частями, арматурой и другим оборудованием трубопроводных сетей. Потери напора учитываются отдельно для прямых участков труб и для местных сопротивлений. В случае прямолинейных участков потери проявляются равномерно по длине потока и называются потерями по длине или линейными потерями, при расчете которых используется коэффициент гидравлического трения – коэффициент Дарси. Точного вывода величины коэффициента гидравлического трения по длине для турбулентного потока нет. До середины XVII в. считали, что коэффициент гидравлического трения – постоянная величина, но практика показала, что это неверно, и требуется более глубокая проработка вопроса. Изучению зависимости коэффициента гидравлического трения в трубах от определяющих параметров было посвящено много экспериментальных работ. Наиболее значительные из них – исследования И. Никурадзе (1933), А.П. Зегжды (1933), Н.Ф. Федорова (1952), Ф.А. Шевелева (1953), А.Д. Альтшуля (1970) [1–4].

В данной работе будет выполнено сравнение результатов исследования потерь по длине трубопровода на испытательном стенде и его аналоге, разработанном в программе SolidWorks Flow Simulation. Компьютерное моделирование – новая среда, невозможно с достаточной уверенностью утверждать, что положительный эффект от его применения может заменить натурный эксперимент с той же эффективностью. Необходима подтверждающая информация, которая может быть получена только с помощью проведения натуральных экспериментов на гидравлическом стенде. Целью данной работы является получение уточненных рабочих параметров при проведении натуральных испытаний на опытном гидравлическом стенде. В данном случае компьютерное моделирование будет проведено не для полной замены гидравлических испытаний, а для сравнения результатов с натурным экспериментом.

Экспериментальная установка для определения коэффициента гидравлического трения представляет собой участок трубопровода постоянного диаметра $d = 0,05$ м и длиной $l = 11$ м с эквивалентной шероховатостью $k_s = 1$ мм. Подача воды осуществляется задвижкой 4. Регулирование скорости движения жидкости в трубе производится краном 5 (рис. 1).

Натурные испытания были проведены на основе объемного метода, путем перекачивания жидкости через трубопровод стенда при определенных расходах с дальнейшим измерением и сравнением объемов вылитой жидкости в мерную емкость. Для чистоты эксперимента было проведено шесть опытов с разными объемами жидкости. Данные для определения коэффициента гидравлического трения приведены в табл. 1.

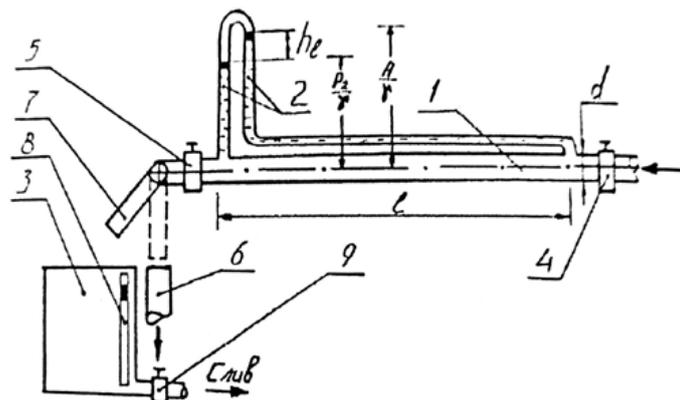


Рис. 1. Опытная установка для определения коэффициента гидравлического трения: 1 – трубопровод; 2 – пьезометры; 3 – мерный бак; 4 – задвижка для подачи воды; 5 – кран для регулирования расхода; 6 – труба холостого сброса воды; 7 – переключатель слива воды; 8 – водомерное стекло; 9 – кран для опорожнения мерного бака

Таблица 1. Исходные данные для определения коэффициента трения

Характеристика	Обозначение	Ед. измерения	Номер опыта					
			1	2	3	4	5	6
Объем воды	W	л	61	30	30	62	22	20
Время	T	с	40	19,5	25,5	26	10,6	10
Показание пьезометра	$Z_1 + P_1/\rho g$	см	133	141	160	97	86	108
Показание пьезометра	$Z_2 + P_2/\rho g$	см	100	110	140	40	21	56
Температура	t	°C	17	17	17	17	17	17

Методика обработки результатов эксперимента представлена ниже. Для напорного трубопровода определяется площадь поперечного сечения $w = 0,785d^2$; расход воды по формуле: $Q = W/T$, где W – объем воды, поступившей в бак 5 за время T ; среднюю скорость в трубопроводе: $V = Q/w$, где w – площадь поперечного сечения трубы; скоростные напоры $V^2/2g$ при этих же диаметрах; потери напора по длине рассчитываются по формуле: $\Delta h = \frac{P_1}{\rho \cdot g} - \frac{P_2}{\rho \cdot g}$; опытное значение коэффициента гидравлического трения выражаем из формулы Дарси – Вейсбаха: $\lambda_{\text{он}} = \frac{\Delta h}{(l/d) \cdot (V^2/2g)}$. В начале эксперимента выполнялся

замер температуры ртутным термометром, с использованием которой определялся кинематический коэффициент вязкости и рассчитывался критерий Рейнольдса по формуле $Re = Vd/\nu$, где V – средняя скорость, d – диаметр трубопровода, ν – коэффициент кинематической вязкости. Для уточнения достоверности полученных опытных значений коэффициентов гидравлического трения применена формула А.Д. Альтшуля для проведения расчета коэффициента Дарси при турбулентном режиме в стальных трубопроводах:

$\lambda = 0,11 \cdot \left(\frac{k_s}{d} + \frac{68}{Re} \right)^{0,25}$. Полученные результаты экспериментальных данных представлены в табл. 2.

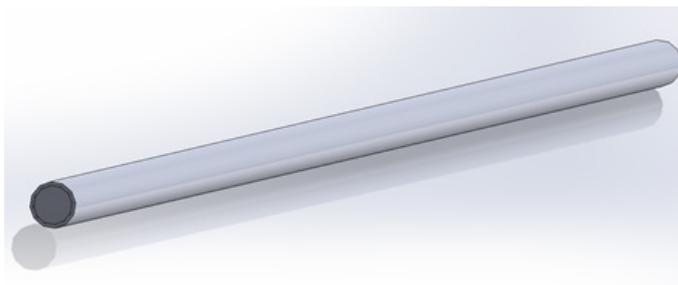


Рис. 2. Модель потока жидкости

Таблица 2. Расчетные данные

Характеристика	Обозначение	Ед. измерения	Номер опыта					
			1	2	3	4	5	6
Число Рейнольдса	Re	–	38675	39072	29926	60349	52743	50705
Коэффициент Дарси опытный	$\lambda_{оп}$	–	0,0457	0,0447	0,0465	0,0444	0,0424	0,0429
Коэффициент Дарси расчетный	λ_p	–	0,0422	0,0422	0,0424	0,0419	0,0420	0,0420
Относительная погрешность	δ_n	%	7,6	5,5	8	5,6	1	2

Таблица 3. Экспериментальные данные

Коэффициент Дарси опытный	$\lambda_{оп}$	–	0,0448	0,0458	0,0451	0,0450	0,0437	0,0435
Кинематический коэффициент вязкости	ν	см ² /с	0,010875					
Число Рейнольдса	Re	–	38575	38724	29578	60249	52345	50556
Коэффициент Дарси расчетный	λ_p	–	0,0422	0,0422	0,0425	0,0419	0,0420	0,0420
Относительная погрешность	δ_n	%	5,8	7	5,6	6	3,9	3,4

С целью ускорения решения задачи и более детальной оценки потерь по длине проведено соответствующее компьютерное моделирование в программе SolidWorks Flow Simulation. На рис. 2 представлена модель потока жидкости.

Описание компьютерной модели: во вкладке «эскиз» создана окружность $d = 50$ мм; во вкладке «элементы» с помощью функции «вытянутая бобышка» вытянута окружность на 11 м. Добавим по краям трубы две заглушки, воспользовавшись добавлением SolidWorks Flow Simulation. Для выполнения расчета модели в SolidWorks Flow Simulation создан новый проект со следующими начальными данными: тип задачи – внутренняя; физическая модель – течение жидкости; гравитация – $9,81$ м/с²; текущая среда – вода; шероховатость –

1 000 мкм; давление – 101 325 Па; температура – 290 К; добавляем граничные условия: объемный расход на входе – Q м³/с; давление окружающей среды на выходе. Полученные результаты компьютерного эксперимента представлены в табл. 3.

В настоящее время компьютерное моделирование является одним из самых эффективных методов изучения работы инженерных систем и создания новых технических объектов, позволяет значительно сократить этапы наладки или натурных испытаний гидравлических систем. Компьютерные модели проще и удобнее исследовать в связи с возможностью проводить вычислительные эксперименты, а натурные испытания часто затруднены из-за финансовых и физических препятствий, получения непредсказуемого результата. В связи с этим методы моделирования имеют практическое применение и могут стать основой для разработки и проектирования гидравлических систем с корректировкой исходных данных под любую задачу.

В данной работе выполнен расчет потерь напора по длине трубы на основе опытных данных с помощью моделирования в программе SolidWorks Flow Simulation. На основе полученных результатов от моделирования и сравнения с опытными данными можно сделать вывод, что современные методы компьютерного исследования подтверждают расчетные. Целесообразность применения компьютерных технологий в гидравлике не вызывает сомнений, и в будущем роль и значение компьютерного моделирования будет возрастать.

Литература

1. Лепихин, А.П. К оценке коэффициента гидравлического сопротивления в гладких трубах / А.П. Лепихин // Вычислительная механика сплошных сред. – 2015. – Т. 8. – № 4. – С. 369–375.
2. Идельчик, И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям : 3-е изд., перераб. и доп. / И.Е. Идельчик; под ред. М.О. Штейнберг. – М. : Машиностроение, 1992. – 672 с.
3. Высоцкий, Л.И. Рекомендации по использованию формул для коэффициента Дарси при расчете распределения осредненных скоростей / Л.И. Высоцкий // Научный журнал РосНИИПМ. – 2014. – № 4(16). – С. 204–212.
4. Вайцель, А.А. Анализ потерь в трубопроводе с применением программных продуктов / А.А. Вайцель // Известия ТулГУ. Технические науки. – 2020. – Вып. 11.
5. Гаврюхина, А.В. Применение современных программных средств для решения гидродинамических задач водоснабжения / А.В. Гаврюхина // Известия ТулГУ. Технические науки. – 2020. – Вып. 10.

References

1. Lepihin, A.P. K otsenke koeffitsienta gidravlicheskogo soprotivleniya v gladkih trubah / A.P. Lepihin // Vychislitel'naya mekhanika sploshnyh sred. – 2015. – T. 8. – № 4. – S. 369–375.
2. Idelchik, I.E. Spravochnik po gidravlicheskim soprotivleniyam : 3-e izd., pererab. i dop. / I.E. Idelchik; pod red. M.O. SHtejnberg. – M. : Mashinostroenie, 1992. – 672 s.
3. Vysotskij, L.I. Rekomendatsii po ispolzovaniyu formul dlya koeffitsienta Darsi pri raschete raspredeleniya osrednennyh skorostej / L.I. Vysotskij // Nauchnyj zhurnal Ros NIIPM. – 2014. – № 4(16). – S. 204–212.
4. Vajtsel, A.A. Analiz poter v truboprovode s primeneniem programmnyh produktov / A.A. Vajtsel // Izvestiya TulGU. Tekhnicheskie nauki. – 2020. – Vyp. 11.
5. Gavryuhina, A.V. Primenenie sovremennyh programmnyh sredstv dlya resheniya

gidrodinamicheskikh zadach vodosnabzheniya / A.V. Gavryuhina // Izvestiya TulGU. Tekhnicheskie nauki. – 2020. – Vyp. 10.

Experimental Study of Hydraulic Resistance Along the Length Using the SolidWorks Program

L.N. Alexandrova, M.O. Nosenko

Pacific National University, Khabarovsk (Russia)

Key words and phrases: computer modeling; coefficient of hydraulic friction; pilot plant; calculation of losses along the length; water supply and wastewater systems; flow model.

Abstract. Calculation of hydraulic losses in pipelines is an urgent task due to the need to evaluate them in industrial water supply systems. Transportation of liquid is due to high energy and economic costs, the calculation of which requires not only increasing the efficiency of water supply pipelines, but also great accuracy. Researching various options for technological processes and physical equipment has a number of disadvantages. Therefore, optimization of existing production processes and introduction of new types of products into production are very expensive. To reduce these costs, they often resort to the use of computer modeling of technological processes. This approach allows you to numerically simulate the desired process and select optimal equipment operating parameters even before making final decisions on technological equipment and the organization of the production process itself. The article presents the results of an experimental calculation of hydraulic losses along the length and determination of the coefficient of hydraulic friction of a short pressure pipeline using modeling in the SolidWorks. Flow Simulation program. The purpose of this work is to obtain operating parameters during full-scale tests on a pilot stand and confirm them using computer modeling. The authors of the work performed a comparative analysis of the results of studying losses along the length on the test bench and its analogue, developed in the SolidWorks. Flow Simulation program. The results of the study allowed us to draw conclusions about the prospects of using computer-modeling methods for the purpose of optimization and improvement of various processes, technologies, and equipment in construction.

© Л.Н. Александрова, М.О. Носенко, 2024

УДК 692.232.2

Исследование движения парообразной влаги в строительных материалах зданий

К.П. Зубарев^{1, 2, 3}, Ю.С. Зобнина¹, Ю.А. Сапронова¹,
В.Д. Федосеев¹

¹ ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»;

² ФГБУ «Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук»;

³ ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», г. Москва (Россия)

Ключевые слова и фразы: метод «мокрой чашки»; метод «сухой чашки»; относительная влажность; паропроницаемость; сопротивление паропроницаемости.

Аннотация. Целью работы является изучение нормативных способов определения паропроницаемости материалов, анализ современных методик и их сравнение. В настоящей статье описаны методы, регламентируемые в ГОСТ 25898-2020 «Материалы и изделия строительные. Методы определения паропроницаемости и сопротивления паропроницанию». Приведены установки современных ученых по изучению влажностного режима конструкции. Изучена установка Петрова, которая позволяет приблизить лабораторные условия исследований к эксплуатационным. Представлено изобретение по определению паропроницаемости образца, установленного вертикально. Данное устройство также позволяет приблизить испытания к условиям эксплуатации, так как ограждающие конструкции являются вертикально ориентированными.

Введение

При изучении такого свойства материалов, как паропроницаемость, одной из ключевых вещей является режим в конструкции. В эксплуатируемых зданиях мы чаще встречаемся с нестационарным режимом конструкции. Такого режима очень трудно добиться в лабораторных условиях, поэтому государственные стандарты ориентированы на идеализированные условия, которые характерны при установлении стационарного режима конструкции. Это является проблемой изучения тепло-влажностного режима, ведь в условиях эксплуатации конструкции подвергаются влиянию многочисленных внешних факторов, таких как климатические условия или тепловой и влажностный режим помещения, с которым граничит ограждающая конструкция. Поэтому нормативы, предписанные в стандартах, не могут

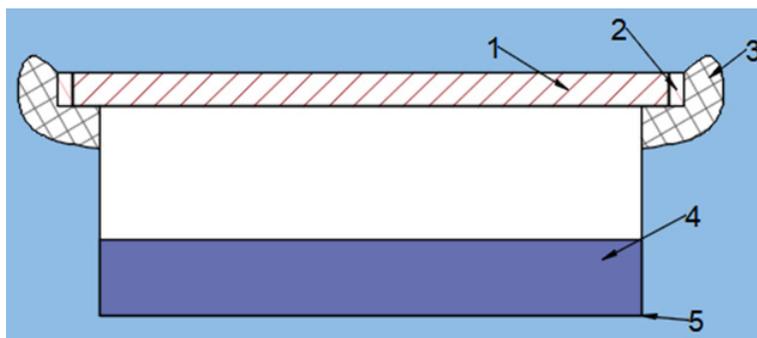


Рис. 1. Схема испытательного сосуда с образцом (метод «мокрой чашки»):
1 – испытательный образец; 2 – удерживающий шаблон; 3 – герметик;
4 – дистиллированная вода; 5 – стеклянный сосуд

в полной мере и с высокой точностью оценить состояние материалов в конструкции. Тем не менее, уже проверенные методы следует усовершенствовать под различные условия эксплуатации для получения более корректных данных.

Данная тема является актуальной в сфере строительства, так как не существует методов, способных отразить все физические процессы, которые происходят в конструкции в течение времени эксплуатации.

Необходимость изучения процессов влагопереноса в конструкции также обусловлена необходимостью к переходу на ресурс- и энергосбережение. Большее понимание о процессах, происходящих в конструкциях в течение времени эксплуатации, позволит разработать методы по выбору наиболее эффективных материалов для тех или иных целей [1–8].

Метод «мокрой чашки»

Стандарты испытаний для проведения экспериментов по определению паропрооницаемости описаны в ГОСТ 25898-2020 «Материалы и изделия строительные. Методы определения паропрооницаемости и сопротивления паропрооницанию».

Для проведения опыта отбирают не менее трех образцов из типовых зданий, подлежащих испытанию. Образцы вырезаются в квадратной или цилиндрической форме стороной 100 мм или диаметром 100 мм и толщиной 10–30 мм.

Образцы фиксируются над резервуаром с водой. При необходимости используется удерживающий шаблон. Стыки герметизируются.

Схема испытания изображена на рис. 1.

Между испытуемым образцом и жидкостью предусматривают зазор 15 мм. В эксперименте также участвует испытательный шкаф, который воссоздает определенные условия для получения корректных данных. С помощью него поддерживается влажность и температура внутри камеры, в которую помещается колба с водой и образцом. Границу, где фиксируется материал, герметизируют для исключения попадания воздуха в прослойку между жидкостью и образцом.

Сосуд периодически взвешивают. Испытание прекращается при наступлении стационарного потока водяного пара через образец.

При обработке результатов плотность потока водяного пара через образец определяют по формуле:

$$g = \Delta m / \Delta t A,$$

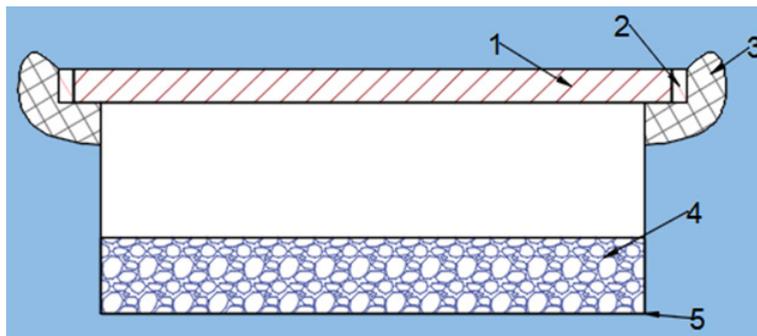


Рис. 2. Схема испытательного сосуда с образцом (метод «сухой чашки»):
1 – испытательный образец; 2 – удерживающий шаблон; 3 – герметик;
4 – влагопоглотитель; 5 – стеклянный сосуд

где Δm – изменение массы испытательного сосуда с образцом в интервале времени Δt , мг;
 Δt – интервал времени между двумя последовательными взвешиваниями, ч; A – площадь рабочей поверхности образца, через которую проходит поток водяного пара, м².

После занесения всех данных в протокол испытаний происходит вычислительный процесс, посредством которого определяется паропроницаемость материалов.

Метод «сухой чашки»

Принцип проведения эксперимента и сбора образцов такой же, как в методе «мокрой чашки». Только в данном случае вода, находящаяся в сосуде, заменяется на абсорбент, например, хлорид кальция. Схема проведения эксперимента отражена на рис. 2.

Методы нормативной литературы основаны на одном принципе – прохождении влаги через материал и периодическом взвешивании. В этих опытах используются лабораторные условия, не учитывается множество факторов, способных повлиять на конструкцию при ее использовании. Также невозможно оценить работу материала, находящегося в сочетании с другими. Ведь зачастую на практике мы встречаемся со сложными многослойными конструкциями с различным сочетанием материалов.

Протокол, в который заносятся результаты исследования, достаточно стандартный и не включает в себя дополнительные параметры, которые могли бы приблизить лабораторные испытания образца к эксплуатационным. То есть по итогу испытаний мы получаем идеализированные параметры поведения материала, без возможности прогнозирования его изменения в реальных условиях.

Определение паропроницаемости в условиях, приближенных к эксплуатационным

Современный ученый А.С. Петров предложил установку для определения паропроницаемости материалов в условиях эксплуатации (рис. 3). Приближение лабораторных испытаний к эксплуатационным является важным аспектом, так как это позволяет получить наиболее точные данные, которые будут более полезны при анализе материала с точки зрения эффективности использования такового в различных средах.

При разработке установки автор опирался на методы, приведенные выше. На весы устанавливается емкость с теплоносителем, внутри которой находится конструкция с во-

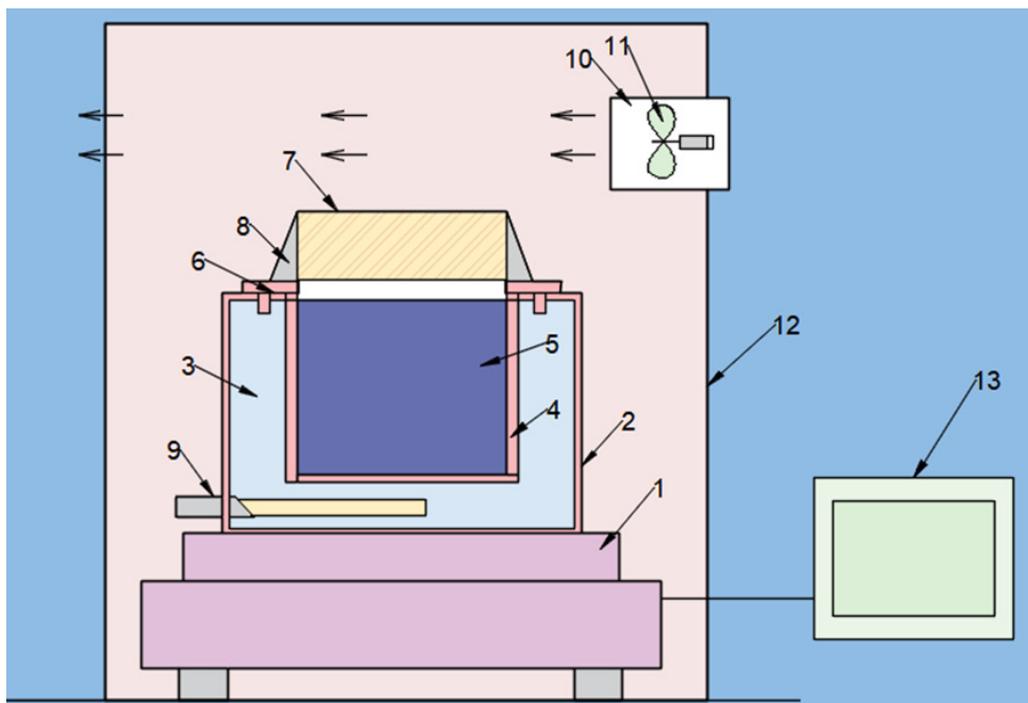


Рис. 3. Схема установки для измерения характеристик паропроницаемости строительных материалов по данным А.С. Петрова:

1 – электронные весы; 2 – термостат; 3 – теплоноситель; 4 – чашка; 5 – испаряемая жидкость; 6 – обойма; 7 – образец; 8 – герметик; 9 – нагреватель; 10 – раструб для воздушного потока; 11 – вентилятор; 12 – холодильная камера; 13 – компьютер [9]

дой. Испытуемый образец крепят над чашей с испаряемой водой. Тем самым с течением времени образец насыщается влагой за счет испарений.

Особенностью проведения экспериментов является перемещение образцов между средами с разной относительной влажностью. Прекращение эксперимента происходит при достижении образцами стационарного состояния [9].

Установка А.С. Петрова является примером актуализации нормативных методов определения паропроницаемости. Ведь за основу автор берет те же принципы, что и описанные в ГОСТ – взвешивание материала, через который проходят пары жидкости. Но в данном случае в конструкции предусматривается нагреватель и вентилятор, которые позволяют симитировать эксплуатационные условия. Также подключение установки к компьютерной программе упрощает сбор данных и уменьшает возможность ошибки из-за присутствия человеческого фактора. Экспериментальный стенд также позволяет оценить влажностное состояние не только одного конкретного материала, но и многослойной конструкции.

Определение паропроницаемости вертикально ориентированного образца

К.П. Зубарев предложил установку для определения паропроницаемости образцов, расположенных вертикально [10].

Как и в предыдущем опыте, чашу с водой располагают на весах, а над ней крепят образец. В эксперименте также участвуют датчики относительной влажности воздуха, которые собирают данные с образца.

Также предложенная установка позволяет определить среднее значение относитель-

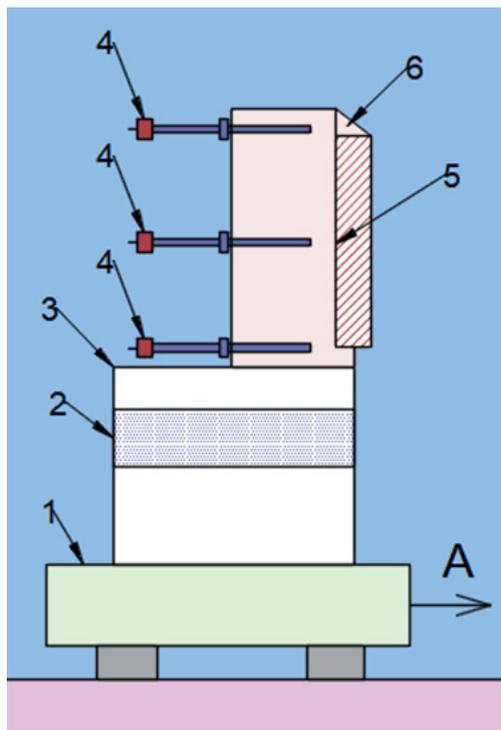


Рис. 4. Устройство для определения коэффициента паропроницаемости вертикально расположенного образца по данным Зубарева К.П. 1 – электронные весы, 2 – вода, 3 – корпус устройства, 4 – датчики относительной влажности воздуха, 5 – испытуемый образец, 6 – герметик, А – связь электронных весов с компьютером [10]

ной влажности по высоте образца. Получаемые данные от весов переводятся компьютерным устройством в график, на котором четко видны характеристики изменения массы образца [10].

Установка К.П. Зубарева представлена на рис. 4.

Установка К.П. Зубарева также основана на принципах нормативной документации, но в отличие от описанных выше экспериментов, здесь образец располагается вертикально, что соответствует положению конструкции на практике. Это позволяет приблизить условия проведения эксперимента к эксплуатационным. Разработанная модель позволяет получить более полные данные о влажностном режиме конструкции. Таким образом можно получить данные о состоянии конструкции, состоящей из нескольких материалов. Конструкция имеет потенциал в доработке элементов, способных симитировать эксплуатационные условия, как в установке А.С. Петрова.

Современные ученые берут курс на воссоздание эксплуатационных условий при анализе материалов, что является верным решением, так как показатели, собираемые в ходе экспериментов, напрямую зависят от условий их проведения. В лабораторных условиях мы часто видим идеализированные параметры, а они, в свою очередь, могут значительно отличаться от показателей эксплуатируемой конструкции. Наличие того или иного фактора может кардинально сказаться на эффективности применения материала.

Заключение

Так как паропроницаемость материалов напрямую связана с тепло-влажностным режи-

мом конструкции, тема усовершенствования способов получения характеристик строительных материалов является актуальной. При разработке методов получения данных следует опираться на прошлый опыт, отраженный в нормативной документации.

Современные ученые делают акцент на приближении методов лабораторных испытаний к условиям эксплуатации того или иного материала. Это является важным фактором, так как условия эксплуатации оказывают огромное влияние на поведение материала. Также в современных исследованиях упрощается процесс взвешивания – испытуемые образцы уже располагаются на весах, что позволяет получить данные о весе материала сразу на компьютерную установку в любой момент времени и без переноса.

Представленные модели современных ученых основаны на принципах государственных стандартах, но ряд изменений, внесенные авторами в расположение образцов и состав испытательной модели позволяют получить более полную картину о состоянии конструкции. Плюсом модернизированных работ является использование в них программного обеспечения, так как заложенные в программу формулы способствуют достаточно быстрому получению необходимых данных и построению наглядных графиков и диаграмм о состоянии конструкции, что позволяет уже в процессе проведения эксперимента сделать определенные выводы касательно состояния конструкции.

Но современные модели все же требуют дополнительных исследований, так как поведение материалов в многослойной конструкции остается неясным. А принятые меры по воссозданию эксплуатационных условий недостаточны в связи с многообразием факторов, влияющих на конструкции «в полевых» условиях.

Развитие исследований о влажностном и температурном режиме конструкций необходимо. Об этом говорит многообразие материалов ограждающих конструкций, доступных в настоящее время. Прийти к рациональному потреблению ресурсов в строительстве и эффективности использования материалов возможно только благодаря детальному изучению процессов, происходящих внутри конструкции в условиях эксплуатации. Наличие таких исследований, как у А.С. Петрова и К.П. Зубарева, говорит о заинтересованности молодых ученых в данной теме и потенциале создания более совершенных установок для определения тепло-влажностного режима конструкции. Для получения желаемых результатов в данной области требуются многочисленные исследования с различными вариациями условий эксплуатации и сочетаниями множества современных материалов для ограждающих конструкций.

Исследование выполнено за счет средств государственной программы Российской Федерации «Научно-технологическое развитие Российской Федерации» в рамках плана фундаментальных научных исследований Минстроя России и РААСН (фундаментальное научное исследование № 3.1.4.11 «Исследование нестационарного тепло-влажностного состояния ограждающих конструкций зданий с применением теории потенциала влажности» на 2024–2026 годы).

Литература

1. Kurasov, I.S. Experimental Determination of Performance Indicators of the Design of a Flat Solar Collector Absorber with Artificial Secondary Surface / I.S. Kurasov // Housing and Communal Infrastructure. – 2023. – No. 4(27). – P. 70–81. – DOI: 10.36622/VSTU.2023.81.21.007.
2. Kokaya, D. Environmental Analysis of Residential Exterior Wall Construction in Temperate Climate / D. Kokaya, D. Zaborova, T. Koriakovtseva // Magazine of Civil Engineering. – 2023. –

No. 8(124). – P. 114–122. – DOI: 10.34910/MCE.124.10.

3. Radaev, A.E. Use of Optimization Modeling Tools to Justify the Characteristics of Energy Efficient Structural Solution / A.E. Radaev, O.S. Gamayunova, G.A. Bardina // Construction and Technogenic Safety. – 2022. – No. 27(79). – P. 5–25.

4. Lysova, E.P. Fundamentals of Ensuring the Environmental Safety of Building Materials at All Stages of Their Life Cycle / E.P. Lysova, E.V. Kotlyarova // Modern Trends in Construction, Urban Planning and Territory Planning. – 2023. – Vol. 2. – No. 2. – P. 72–80. – DOI: 10.23947/2949-1835-2023-2-2-72-80.

5. Stelmakh, S. Influence of Technological Factors of Cement Mechanical Activation on the Strength Properties of Fine-Grained Concrete / S. Stelmakh, L. Mailyan, A. Beskopylny, E. Shcherban, A. Shuiskii // Lecture Notes in Networks and Systems. – 2023. – No. 510. – DOI: 10.1007/978-3-031-11051-1_172.

6. Lushin, K.I. Multimodality of the Approach to Solving Problems of Energy Efficiency of the Urban Economic Complex / K.I. Lushin, E.V. Voitovich // International Technical and Economic Journal. – 2022. – № 5–6. – P. 7–17. – DOI: 10.34286/1995-4646-2022-86-5/6-7-17.

7. Sevryugina, N.S. Import Substitution and Monitoring of Workpiece Quality / N.S. Sevryugina, A.S. Apatenko // Russian Engineering Research. – 2023. – Vol. 43. – No. 8. – P. 927–933. – DOI: 10.3103/s1068798x23080294.

8. Sterlyagov, A.N. Combined Heat and Moisture Transfer in the Enclosing Structures of Buildings Made of Aerated Concrete : diss. ... cand. tech. sciences / A.N. Sterlyagov. – Novosibirsk, 2007. – 167 p.

9. Петров, А.С. Паропроницаемость и влажность многослойных конструкций наружных стен при эксплуатационных воздействиях : дисс. ... канд. техн. наук / А.С. Петров. – Казань, 2016. – 150 с.

10. Zubarev, K.P. Experimental Comparison of Construction Material Vapor Permeability in Case of Horizontal or Vertical Sample Position / K.P. Zubarev, V.G. Gagarin // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2018. – Vol. 463. – No. 032082. – DOI: 10.1088/1757-899X/463/3/032082.

References

9. Petrov, A.S. Paropronicaemost' i vlazhnost' mnogoslujnyh konstrukcij naruzhnyh sten pri ekspluatacionnyh vozdejstviyah : diss. ... kand. tekhn. nauk / A.S. Petrov. – Kazan', 2016. – 150 s.

Study of the Movement of Vaporous Moisture in Building Materials

K.P. Zubarev^{1, 2, 3}, Yu.S. Zobnina¹, Yu.A. Saponova¹, V.D. Fedoseev¹

¹ National Research Moscow State University of Civil Engineering;

² Research Institute of Building Physics of the Russian Academy
of Architecture and Construction Sciences;

³ Peoples' Friendship University of Russia,
Moscow (Russia)

Key words and phrases: “dry cup” method; “wet cup” method; vapor permeability; vapor

permeability resistance; relative humidity.

Abstract. The purpose of the work is to study regulatory methods for determining the vapor permeability of materials, analyze modern methods and compare them. This article describes the methods regulated by GOST 25898-2020 Construction materials and products. Methods for determining vapor permeability and resistance to vapor permeation. The installations of modern scientists for studying the moisture regime of a structure are presented. Petrov's installation has been studied, which makes it possible to bring laboratory research conditions closer to operational conditions. An invention is presented for determining the vapor permeability of a sample mounted vertically. Its work also makes it possible to bring tests closer to operating conditions, since the enclosing structures are vertically oriented.

© К.П. Зубарев, Ю.С. Зобнина, Ю.А. Сапронова, В.Д. Федосеев, 2024

УДК 699.82

Оценка температурного перепада для исследования температурно-влажностного режима ограждающих конструкций зданий

К.П. Зубарев^{1, 2, 3}, В.Д. Федосеев¹, Ю.А. Сапронова¹,
Ф.А. Будник¹

¹ ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет»;

² ФГБУ «Научно-исследовательский институт
строительной физики Российской академии
архитектуры и строительных наук»;

³ ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов»,
г. Москва (Россия)

Ключевые слова и фразы: ограждающие конструкции; относительная влажность воздуха; температура внутренней поверхности; температура конденсации.

Аннотация. В настоящей статье произведены расчеты и оценка температуры и относительной влажности воздуха, при которых в помещении на ограждающих конструкциях не будет образовываться конденсат. Целью работы является оценка допустимых температур и относительной влажности воздуха для жилых помещений. Задача исследования – проведение расчетов по определению разницы температур внутренней поверхности и температуры конденсации. Из закона Фурье и закона Ньютона-Рихмана была выведена формула температуры внутренней поверхности ограждающей конструкции. В результате расчетов были получены таблицы с разностями температур внутренней поверхности ограждающей конструкции и конденсации для стен, полов, потолков и окон.

Введение

Исследование температурно-влажностного режима ограждающих конструкций зданий крайне важно для строительной отрасли [1–7]. Определение разницы температур ограждающих конструкций и температуры конденсации необходимо для комфортного пребывания в здании человека, а также для избежания появления конденсата и плесени на внутренних поверхностях ограждений [8–13]. Расчеты температуры конденсации и минимальной температуры поверхности обязательны и их следует производить согласно нормативному документу СП 50.133.2012 «Тепловая защита зданий» [14]. Однако необходимо совершенствование данных методов расчета для оптимизации работы инженеров-проектировщиков.

Материалы и методы

Температура конденсации определяется по формуле [14]:

$$t_k = \frac{5330}{\ln \frac{1,84 \cdot 10^{11}}{e}} - 273. \quad (1)$$

По формуле (5.2) из СП 50.13330.2012:

$$\text{ГСОП} = (t_b - t_{\text{от}})z_{\text{от}} \quad (2)$$

Далее, по формуле из пункта 1 примечаний таблицы 3 из СП 50.13330.2012 вычислим требуемое сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции:

$$R_o^{\text{TP}} = a\text{ГСОП} + b. \quad (3)$$

Согласно закону Фурье:

$$q = (t_b - t_n)R_o^{\text{TP}}. \quad (4)$$

Затем, по закону Ньютона-Рихмана:

$$q = \alpha(t_b - t_{\text{в.п}}). \quad (5)$$

Приравняв правые части формул (4) и (5), получим:

$$(t_b - t_n)R_o^{\text{TP}} = \alpha(t_b - t_{\text{в.п}}). \quad (6)$$

Выведа из формулы $t_{\text{в.п}}$, получим:

$$t_{\text{в.п}} = t_b - (t_b - t_n)/R_o^{\text{TP}}\alpha. \quad (7)$$

Для нахождения разницы температур вычтем (1) из (7):

$$\Delta t = t_{\text{в.п}} - t_k. \quad (8)$$

Результаты и обсуждения

Для расчета разницы температур конденсации и внутренней поверхности проводились расчеты температуры конденсации по формуле (1) при оптимальных температурах и относительных влажностях для жилой комнаты по ГОСТ 30494-2011 (табл. 1). Далее были рассчитаны ГСОП по формуле (2), в которой $t_{\text{от}}$, $z_{\text{от}}$ определены по СП 131.13330.2020, для Москвы приняты соответственно $-2,2$ °С и 204, а t_b принят согласно СП 50.13330.2012 за 20 °С, и он равен 4528,8. Затем по формуле (3) были рассчитаны требуемые сопротивления теплопередаче стен, полов, потолков и окон. После, подставляя известные значения в формулу (8), получим температуры внутренней поверхности ограждающих конструкций (табл. 3). Далее были вычтены температуры конденсации из температур внутренней поверхности ограждающих конструкций (табл. 4–6).

Таблица 1. Температура конденсации при оптимальных значениях температуры внутреннего воздуха и относительной влажности воздуха

$t_{в}, ^\circ\text{C}$	$t_{к}, ^\circ\text{C}$ при относительной влажности, %			
	30 %	35 %	40 %	45 %
20	1,81	4,01	5,95	7,68
21	2,69	4,91	6,86	8,60
22	3,57	5,80	7,76	9,51

Таблица 2. Требуемые сопротивления теплопередаче стен, потолков и полов, и окон

Ограждающая конструкция	Стены	Пол и потолок	Окна
R_o^{TP}	2,99	3,94	0,49

Таблица 3. Требуемые сопротивления теплопередаче стен, потолков и полов, и окон

Ограждающая конструкция	$t_{в.п}, ^\circ\text{C}$ при $t_{в}, ^\circ\text{C}$		
	20	21	22
Стена	18,2	19,1	20,2
Пол	18,7	19,6	20,6
Окно	8,2	9,0	9,7

Таблица 4. Разница температур конденсации и температуры внутренней поверхности ограждающей конструкции (стен) при оптимальных значениях температур внутреннего воздуха и относительной влажности

$t_{в}, ^\circ\text{C}$	$\Delta t, ^\circ\text{C}$ при относительной влажности, %			
	30 %	35 %	40 %	45 %
20	16,4	14,2	12,3	10,6
21	16,5	14,3	12,3	10,6
22	16,6	14,4	12,4	10,6

Таблица 5. Разница температур конденсации и температуры внутренней поверхности ограждающей конструкции (полов и потолков) при оптимальных значениях температур внутреннего воздуха и относительной влажности

$t_{в}, ^\circ\text{C}$	$\Delta t, ^\circ\text{C}$ при относительной влажности, %			
	30 %	35 %	40 %	45 %
20	16,9	14,6	12,7	11,0
21	16,9	14,7	12,8	11,0
22	17,0	14,8	12,8	11,1

Таблица 6. Разница температур конденсации и температуры внутренней поверхности ограждающей конструкции (окон) при оптимальных значениях температур внутреннего воздуха и относительной влажности

$t_{в}, ^\circ\text{C}$	$\Delta t, ^\circ\text{C}$ при относительной влажности, %			
	30 %	35 %	40 %	45 %
20	6,5	4,2	2,3	0,6
21	6,3	4,1	2,2	0,4
22	6,2	4,0	2,0	0,2

Заключение

Были произведены расчеты разницы температур конденсации и внутренней поверхности ограждающих конструкций.

Исследование выполнено за счет средств государственной программы Российской Федерации «Научно-технологическое развитие Российской Федерации» в рамках Плана фундаментальных научных исследований Минстроя России и РААСН (фундаментальное научное исследование № 3.1.4.11 «Исследование нестационарного тепло-влажностного состояния ограждающих конструкций зданий с применением теории потенциала влажности» на 2024–2026 годы).

Литература

1. Kokaya, D. Environmental Analysis of Residential Exterior Wall Construction in Temperate Climate / D. Kokaya, D. Zaborova, T. Koriakovtseva // Magazine of Civil Engineering. – 2023. – No. 8(124). – P. 114–122. – DOI: 10.34910/MCE.124.10.
2. Zaborova, D.D. Free Surface Boundary Modeling in a Rectangular Homogeneous Earth-Filled Cofferdam / D.D. Zaborova, E.V. Loktionova, T.A. Musorina // Power Technology and Engineering. – 2023. – Vol. 57. – No. 1. – P. 85–89. – DOI: 10.1007/s10749-023-01626-5.
3. Zaborova, D. Environmental and Energy-Efficiency Considerations for Selecting Building Envelopes / D. Zaborova, T. Musorina // Sustainability. – 2022. – Vol. 14. – Iss. 10. – No. 5914. – DOI: 10.3390/su14105914.
4. Радаев, А.Е. Обоснование характеристик многослойной стеновой конструкции с использованием средств квадратичного программирования / А.Е. Радаев, О.С. Гамаюнова // Строительство и техногенная безопасность. – 2021. – № 22(74). – С. 111–127. – DOI: 10.37279/2413-1873-2021-22-111-127.
5. Радаев, А.Е. Использование средств оптимизационного моделирования для обоснования характеристик энергоэффективного конструктивного решения / А.Е. Радаев, О.С. Гамаюнова, Г.А. Бардина // Строительство и техногенная безопасность. – 2022. – № 27(79). – С. 5–25.
6. Самарская, Н.С. Основные научные принципы системного подхода к определению негативных факторов, воздействующих на окружающую среду городских территорий / Н.С. Самарская, Е.В. Котлярова, Е.П. Лысова // Безопасность техногенных и природных систем. – 2023. – Т. 7. – № 4. – С. 20–29. – DOI: 10.23947/2541-9129-2023-7-4-20-29.
7. Лысова, Е.П. Основы обеспечения экологической безопасности строительных мате-

риалов на всех этапах их жизненного цикла / Е.П. Лысова, Е.В. Котлярова // Современные тенденции в строительстве, градостроительстве и планировке территорий. – 2023. – Т. 2. – № 2. – С. 72–80. – DOI: 10.23947/2949-1835-2023-2-2-72-80.

8. Stelmakh, S. Influence of Technological Factors of Cement Mechanical Activation on the Strength Properties of Fine-Grained Concrete / S. Stelmakh, L. Mailyan, A. Beskopylny, E. Shcherban, A. Shuiskii // Lecture Notes in Networks and Systems. – 2023. – No. 510. – DOI: 10.1007/978-3-031-11051-1_172.

9. Mailyan, L.R. Impact of Hybrid Dispersed Reinforcement on Strength and Stress – Strain Properties of Sand Concrete / L.R. Mailyan, S.A. Stelmakh, E.M. Shcherban, A.S. Smolyanichenko, E.A. Efimenko, D.M. Elshaeva // Processes in GeoMedia. – 2023. – Vol. VI. – DOI: 10.1007/978-3-031-16575-7_33.

10. Грачева, А.В. Экономика замкнутого цикла при переработке отходов из бетона и железобетона / А.В. Грачева, К.И. Лушин, И.С. Пуляев, В.Д. Кудрявцева // Нанотехнологии в строительстве: научный интернет-журнал. – 2024. – Т. 16. – № 1. – С. 50–58. – DOI: 10.15828/2075-8545-2024-16-1-50-58.

11. Лушин, К.И. Мульти-modalность подхода решения задач энергоэффективности городского хозяйственного комплекса / К.И. Лушин, Е.В. Войтович // Международный технико-экономический журнал. – 2022. – № 5–6. – С. 7–17. – DOI: 10.34286/1995-4646-2022-86-5/6-7-17.

12. Sevryugina, N.S. Import Substitution and Monitoring of Workpiece Quality / N.S. Sevryugina, A.S. Apatenko // Russian Engineering Research. – 2023. – Vol. 43. – No. 8. – P. 927–933. – DOI: 10.3103/s1068798x23080294.

13. Севрюгина, Н.С. Современные технологии импортозамещения и контроль качества заготовок / Н.С. Севрюгина, А.С. Апатенко // Вестник машиностроения. – 2023. – № 6. – С. 467–472. – DOI: 10.36652/0042-4633-2023-102-6-467-472.

14. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий.

References

4. Radaev, A.E. Obosnovanie harakteristik mnogoslujnoj stenovoj konstrukcii s ispol'zovaniem sredstv kvadraticnogo programmirovaniya / A.E. Radaev, O.S. Gamayunova // Stroitel'stvo i tekhnogennaya bezopasnost'. – 2021. – № 22(74). – S. 111–127. – DOI: 10.37279/2413-1873-2021-22-111-127.

5. Radaev, A.E. Ispol'zovanie sredstv optimizacionnogo modelirovaniya dlya obosnovaniya harakteristik energoeffektivnogo konstruktivnogo resheniya / A.E. Radaev, O.S. Gamayunova, G.A. Bardina // Stroitel'stvo i tekhnogennaya bezopasnost'. – 2022. – № 27(79). – S. 5–25.

6. Samarskaya, N.S. Osnovnye nauchnye principy sistemnogo podhoda k opredeleniyu negativnyh faktorov, vozdeystvuyushchih na okruzhayushchuyu sredu gorodskih territorij / N.S. Samarskaya, E.V. Kotlyarova, E.P. Lysova // Bezopasnost' tekhnogennyh i prirodnyh sistem. – 2023. – Т. 7. – № 4. – S. 20–29. – DOI: 10.23947/2541-9129-2023-7-4-20-29.

7. Lysova, E.P. Osnovy obespecheniya ekologicheskoy bezopasnosti stroitel'nyh materialov na vsekh etapah ih zhiznennogo cikla / E.P. Lysova, E.V. Kotlyarova // Sovremennye tendencii v stroitel'stve, gradostroitel'stve i planirovke territorij. – 2023. – Т. 2. – № 2. – С. 72–80. – DOI: 10.23947/2949-1835-2023-2-2-72-80.

10. Gracheva, A.V. Ekonomika zamknutogo cikla pri pererabotke othodov iz betona i zhelezobetona / A.V. Gracheva, K.I. Lushin, I.S. Pulyaev, V.D. Kudryavceva // Nanotekhnologii v stroitel'stve: nauchnyj internet-zhurnal. – 2024. – Т. 16. – № 1. – С. 50–58. – DOI: 10.15828/2075-

8545-2024-16-1-50-58.

11. Lushin, K.I. Mul'timodal'nost' podhoda resheniya zadach energoeffektivnosti gorodskogo hozyajstvennogo kompleksa / K.I. Lushin, E.V. Vojtovich // Mezhdunarodnyj tekhniko-ekonomicheskij zhurnal. – 2022. – № 5–6. – S. 7–17. – DOI: 10.34286/1995-4646-2022-86-5/6-7-17.

13. Sevryugina, N.S. Sovremennye tekhnologii importozameshcheniya i kontrol' kachestva zagotovok / N.S. Sevryugina, A.S. Apatenko // Vestnik mashinostroeniya. – 2023. – № 6. – S. 467–472. – DOI: 10.36652/0042-4633-2023-102-6-467-472.

14. SP 50.13330.2012. Teplovaya zashchita zdaniy.

Assessment of Temperature Differences for Studying the Temperature and Moisture Conditions of Building Envelopes

K.P. Zubarev^{1, 2, 3}, V.D. Fedoseev¹, Yu.A. Sapronova¹, F.A. Budnik¹

¹ National Research Moscow State University of Civil Engineering;

² Research Institute of Building Physics of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences;

³ Peoples' Friendship University of Russia,
Moscow (Russia)

Key words and phrases: relative air humidity; internal surface temperature; enclosing structures; condensation temperature.

Abstract. This article contains calculations and assessment of the temperature and relative humidity at which condensation will not form in the room or on the enclosing structures. The purpose of the work is to assess permissible temperatures and relative humidity for residential premises. The objective of the study is to carry out calculations to determine the difference between the temperatures of the internal surface and the condensation temperature. From the Fourier law and the Newton-Richmann law, a formula for the temperature of the internal surface of the enclosing structure was derived. As a result of the calculations, tables were obtained with the differences in temperatures of the internal surface of the building envelope and condensation for walls, floors and ceilings, and windows.

© К.П. Зубарев, В.Д. Федосеев, Ю.А. Сапронова, Ф.А. Будник, 2024

УДК 691.335

Инновационное применение накипи воды в бетонных смесях: анализ свойств и перспективы использования

Г.А. Медведева, А.А. Юсупова, А.Б. Иксанова

*ФГБОУ ВО «Казанский государственный
архитектурно-строительный университет»,
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский
технологический университет»,
г. Казань (Россия)*

Ключевые слова и фразы: бетон; накипь воды; теплоизоляция; теплостанции; цементно-бетонные смеси.

Аннотация. Цель исследования – определить возможности инновационного использования накипи воды в бетонных смесях с целью повышения прочности, устойчивости и долговечности бетонных конструкций, проанализировать изменения механических и физико-химических свойств материала и выявить перспективы применения этого подхода в строительной отрасли.

Задачи исследования: провести экспериментальное исследование с добавлением различных концентраций накипи воды в бетонные смеси, проанализировать изменения механических свойств, таких как прочность на сжатие и на растяжение, износостойкость, а также провести анализ физико-химических свойств бетона с накипью воды и без нее.

Гипотеза исследования: добавление накипи воды в бетонные смеси может улучшить их механические свойства и стойкость за счет формирования дополнительной химической связи между частицами цемента и заполнителей, что приведет к улучшению прочности и устойчивости бетонных конструкций, а также к снижению пористости материала и повышению его долговечности.

Метод исследования: определение физико-механических свойств образцов бетона с помощью испытаний на прочность на сжатие и на растяжение.

Достигнутые результаты: показано, что добавление накипи воды в бетонные смеси приводит к увеличению прочности на сжатие и на растяжение материала. Предложены рекомендации по оптимальным дозировкам и

способам применения накипи воды для достижения наилучших результатов при изготовлении бетонных конструкций.

В настоящее время в связи с продолжающимся накоплением накипи воды разработка мероприятий по эффективному и экологичному использованию этого многотоннажного вида отходов производства становится весьма актуальной [1].

В данной работе мы рассматриваем одну из возможных областей для достижения энергоэффективности – разработку теплоизоляционных материалов на основе отходов теплоэнергетики: накипи воды. Эти материалы могут использоваться для снижения энергопотребления в различных системах передачи и распределения энергии.

Традиционные материалы для теплоизоляции – минеральная вата и каменная крошка – имеют некоторые недостатки, такие как высокая стоимость и опасность для здоровья человека. Поэтому разработка новых материалов для теплоизоляции на основе отходов теплоэнергетики представляет собой актуальную задачу [2].

В данной научной работе проводится исследование и анализ химического состава накипи воды для определения возможности их использования при производстве бетона.

Химический состав накипи воды может содержать множество различных химических соединений.

Из данного анализа двух проб следует, что в составе накипи преобладают химические элементы кремний, медь, цинк и сера.

Кремний активно используют в производстве сухих бетонных смесей, бетона, пенобетона, цемента, керамик, облицовочных плит, черепицы, огнеупорных масс, резины. Применяется в мостостроении, дорожном строительстве, при возведении жилых и производственных объектов, плотин и дамб, буровых платформ и скважин, коллекторных трасс [3]. Популярность кремния объясняется его уникальной способностью позитивно влиять на свойства строительных материалов, улучшая их качественные характеристики: прочность, морозоустойчивость, проницаемость, химическую стойкость, сульфатостойкость, износостойкость и др. [3–4].

Медь в качестве добавки для бетона используют для повышения прочности и как противогрибковую, бактерицидную и инсектицидную добавку. Добавка серы в бетон образует серобетон – композитный современный строительный материал, состоящий из химически инертных заполнителей и наполнителей и использующий техническую серу в качестве вяжущего вещества. Достоинствами серобетона являются очень малое время приготовления, водонепроницаемость, устойчивость к влиянию агрессивных химических веществ, высокая прочность, устойчивость к низким температурам [5].

Важно отметить, что химический состав накипи воды может значительно различаться в зависимости от местности, в которой она образуется, а также от типа источника воды.

Минералогический состав накипи также может существенно различаться в зависимости от условий местности. Однако можно выделить общие компоненты, которые могут присутствовать в накипи. Минералогический состав накипи воды может включать карбонаты и сульфаты кальция и магния, кремнезем, а также различные соединения алюминия, железа и других элементов. Кроме того, в составе накипи могут содержаться песок и глина [6]. Минералогический состав накипи воды может использоваться для классификации по типу, а также определения изначального источника материалов.

В качестве заполнителя накипь воды может улучшить свойства бетона, такие как его прочность и устойчивость к различным факторам, являющимся вредными для его струк-

Таблица 1. Химический состав осадка вод и растворов промывки и регенерации фильтров водоподготовки при производстве пара и горячей воды

Определяемый компонент, на абсолютно-сухую навеску, ед. измерения	№ лабораторный	
	1405	1406
TiO ₂ , масс, %	0,02	0,11
MnO, масс, %	0,16	0,08
Na ₂ O, масс, %	0,37	0,27
K ₂ O, масс, %	0,14	0,10
SiO ₂ , масс, %	2,46	3,43
MgO, масс, %	2,59	5,45
CaO, масс, %	48,15	41,60
Fe ₂ O ₃ , масс, %	4,91	7,09
Al ₂ O ₃ , масс, %	0,50	0,88
P ₂ O ₅ , масс, %	0,90	0,66
ппп, масс, %	39,98	40,53
V, мг/кг	93	22
Cr, мг/кг	107	17
Co, мг/кг	7,74	9,47
Ni, мг/кг	62	17
Cu, мг/кг	107	130
Zn, мг/кг	218	95
Sr, мг/кг	683	633
Mo, мг/кг	<0,1	<0,1
Cd, мг/кг	0,41	0,13
Pb, мг/кг	33	5,97

Таблица 2. Пропорции цемента, песка, накипи воды

Используемый материал	Состав бетона, масс (г)			
	1	2	3	4
Цемент	12	12	12	10
Песок	36	24	12	0
Накипь	0	12	23	28
Вода	10	15	27	33

туры. Кроме того, использование накипи воды в качестве заполнителя может быть более экологически эффективным способом утилизации этого отхода. Вместе с тем необходимо помнить, что использование накипи воды в бетоне может влиять на его цвет и внешний вид. Кроме того, как и все заполнители, накипь должна быть правильно дозирована, чтобы избежать негативного влияния на свойства бетона.

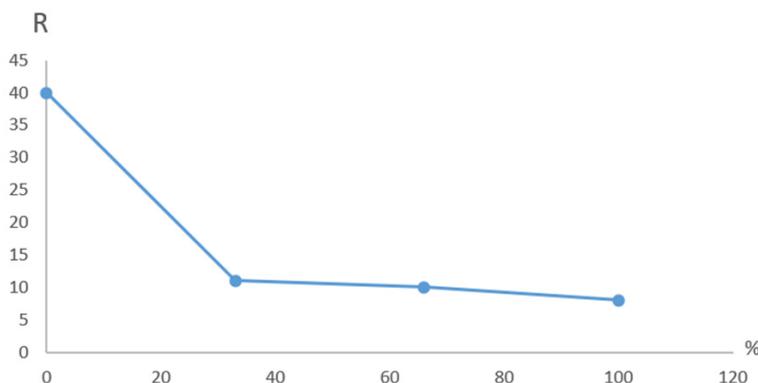


Рис. 1. Зависимость прочности (R) к пропорции накипи воды в составе цемента в качестве заполнителя (%)

В целом знание минералогического состава накипи воды позволяет более точно определять возможности ее использования в технологических процессах и создании новых материалов. Это также важно для понимания потенциального воздействия этих материалов на здоровье человека и окружающую среду.

Накипь воды может использоваться как заполнитель в бетоне. Однако, прежде чем использовать ее в качестве заполнителя, необходимо провести исследование ее характеристик для определения пригодности для этой цели.

Для определения характеристик бетона с добавлением накипи воды используют цементные балочки размерами 40×40×160 мм, изготовленные и испытанные по стандартной методике.

При изготовлении цементного раствора необходимо использовать цемент, песок и накипь воды в разных пропорциях.

Для исследования прочности образцы-балочки после вынимания из форм замачиваются в растворе серы. В данном исследовании использовалась сера 20 г, активированная хлоридом алюминия ГОСТ 3759-75 0,4 г. В подогретом растворе образцы выдерживались 5–10 минут до полного покрытия. Сера позволяет выявить неравномерности в структуре бетона, такие как пустоты, трещины, включения и другие дефекты, которые могут снизить прочность и долговечность конструкции. Такие исследования помогают улучшить качество бетонных изделий и обеспечить их долгий срок службы.

После покрытия образцов серным раствором они подвергаются испытанию на прессе. По полученным данным строится график (рис. 1).

При проведении опытов замечено, что с увеличением добавления накипи в бетон увеличивалось и добавление воды. При заливании раствора в форму через некоторое время из нее начала вытекать вода. При вынимании бетона с добавлением накипи из формочки по краям он начинал крошиться. Из этого можно сделать вывод, что накипь совместно с цементом не дает необходимой прочности.

В качестве заполнителя накипь воды может улучшить свойства бетона, такие как прочность и устойчивость к различным факторам, являющимся вредными для его структуры. Кроме того, использование накипи воды в качестве заполнителя может быть более экологически эффективным способом утилизации этого отхода. Вместе с тем необходимо помнить, что использование накипи воды в бетоне может влиять на его цвет и внешний вид. Кроме того, как и все заполнители, накипь должна быть правильно дозирована, чтобы избежать



Рис. 2. Образец-балочка с добавлением накипи

негативного влияния на свойства бетона.

Таким образом, использование накипи в качестве заполнителя в бетоне возможно, но требует тщательного исследования и правильного дозирования. В данной работе представлены результаты разработки нового теплоизоляционного материала на основе отходов теплоэнергетики, а также изучение его свойств. Работа имеет важное значение для достижения цели повышения энергоэффективности в различных секторах экономики. В следующей части работы готовые образцы будут испытаны на физические, механические и теплоизоляционные характеристики.

Литература

1. Попов, А.А. Разработка теплоизоляционных материалов из отходов теплоэнергетики / А.А. Попов, Е.Н. Хлебникова, И.С. Хрипкина, Д.А. Суслов // Инженерная мысль. – 2018. – № 2. – С. 50–57.
2. Кожунина, Е.Р. Исследование свойств теплоизоляционного материала на основе отходов угольного производства / Е.Р. Кожунина, В.Н. Лукьянов, Л.В. Шагайда, А.В. Красавин // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2021. – № 2(130). – С. 7–13.
3. Маркелов, А.В. Исследование теплоизоляционных свойств материалов на основе отходов производства электроэнергии / А.В. Маркелов, М.Т. Матвеева, А.И. Сердюков // Мир науки и инноваций. – 2020. – Т. 8. – № 4. – С. 92–95.
4. Medvedeva, G.A. Processing of Thermal Power Waste into Composite Materials Using Coke Waste / G.A., Medvedeva A.A. Yusupova, K.R. Giniyatova, K.R. Minikaeva // International Scientific Conference on Socio-Technical Construction and Civil Engineering STCCE 2022: Proceedings of STCCE, 2022. – P. 255–261.
5. Yusupova, A.A. Technology and Properties of High-Strength Sulfur Concrete Modified with Organometallophosphate Compounds / A.A. Yusupova, L.R. Baraeva, G.A. Medvedeva // Materials Today : Proceedings. – 2021. – No. 38. – P. 1648–1652.
6. Бабаев, М.А. Исследование свойств теплоизоляционных материалов из техногенных отходов / М.А. Бабаев, И.В. Калашникова, В.А. Казаков // Вестник научно-исследовательского института управления, экономики и социальных технологий. – 2019. – № 3(27). – С. 7–12.

References

1. Popov, A.A. Razrabotka teploizolyatsionnyh materialov iz othodov teploenergetiki / A.A. Popov, E.N. Hlebnikova, I.S. Hripkova, D.A. Suslov // Inzhenernaya mysl. – 2018. – № 2. – S. 50–57.
2. Kozhunina, E.R. Issledovanie svojstv teploizolyatsionnogo materiala na osnove othodov ugolnogo proizvodstva / E.R. Kozhunina, V.N. Lukyanov, L.V. SHagajda, A.V. Krasavin // Nauchno-tehnicheskij vestnik informatsionnyh tekhnologij, mekhaniki i optiki. – 2021. – № 2(130). – S. 7–13.
3. Markelov, A.V. Issledovanie teploizolyatsionnyh svojstv materialov na osnove othodov proizvodstva elektroenergii / A.V. Markelov, M.T. Matveeva, A.I. Serdyukov // Mir nauki i innovatsij. – 2020. – T. 8. – № 4. – S. 92–95.
6. Babaev, M.A. Issledovanie svojstv teploizolyatsionnyh materialov iz tekhnogennyh othodov / M.A. Babaev, I.V. Kalashnikova, V.A. Kazakov // Vestnik nauchno-issledovatel'skogo instituta upravleniya, ekonomiki i sotsialnyh tekhnologij. – 2019. – № 3(27). – S. 7–12.

Innovative Application of Water Scale in Concrete Mixes: Analysis of Properties and Perspectives of Use

G.A. Medvedeva, A.A. Yusupova, A.B. Iksanova

*Kazan State University of Architecture and Civil Engineering,
Kazan National Research Technological University,
Kazan (Russia)*

Key words and phrases: thermal power plants; cement-concrete mixtures; thermal insulation; water scale; concrete.

Abstract. Research objective: to determine the potential innovative use of scale water in concrete mixes to enhance the strength, durability, and longevity of concrete structures, analyze changes in the mechanical and physicochemical properties of the material, and identify the prospects of applying this approach in the construction industry.

Research tasks: conduct experimental research by adding different concentrations of scale water to concrete mixes, analyze changes in mechanical properties such as compressive strength, tensile strength, and abrasion resistance, as well as analyze the physicochemical properties of concrete with and without scale water.

Research hypothesis: adding scale water to concrete mixes can improve their mechanical properties and resistance by forming additional chemical bonds between cement particles and aggregates, leading to enhanced strength, durability, and reduced porosity of the material.

Research methodology: determination of the physico-mechanical properties of concrete samples through tests on compressive strength, tensile strength, and abrasion resistance.

Achieved research results: It has been shown that adding scale water to concrete mixes leads to increased compressive and tensile strength of the material. Recommendations have been proposed regarding optimal dosages and application methods of scale water to achieve the best results in the manufacturing of concrete structures.

© Г.А. Медведева, А.А. Юсупова, А.Б. Иксанова, 2024

УДК 691.335

Исследование и перспективы утилизации золошлаковых отходов в строительстве

Г.А. Медведева, А.А. Юсупова, Л.Р. Яруллина

*ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»,
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»,
г. Казань (Россия)*

Ключевые слова и фразы: золошлаковые отходы тепловых электростанций; прочность; экологичность.

Аннотация. Актуальность статьи о применении золошлаковых отходов в строительстве обусловлена необходимостью устранения проблемы загрязнения окружающей среды отходами промышленности и потенциалом этих материалов для создания экологически чистых и эффективных строительных продуктов. Рассмотрение современных технологий и методов использования золошлаковых отходов в строительстве поможет понять их вклад в устойчивое развитие отрасли, экономическую целесообразность и перспективы замены традиционных материалов на более экологичные альтернативы.

Главная цель утилизации золошлаковых отходов (**ЗШО**) состоит в применении продуктов переработки отхода, преобразованных в качественные материалы, в различных областях промышленности. Как показывает практика, на территории государства из скопившихся миллиардов тонн отхода переработке и дальнейшей утилизации подлежит ничтожно малая часть – менее 4 % [1]. Современное производство электроэнергии основывается на использовании теплоэнергии, которая получается как результат сгорания топлива в тепловых электростанциях. Однако при этом выделяется большой объем отходов, которые необходимо утилизировать. В данной работе рассматривается разработка композиционного теплоизоляционного материала из отходов теплоэнергетики и исследование его свойств. Наиболее опасным веществом, получаемым в результате деятельности тепловых электростанций, выступает зола в составе золошлаковых отходов. Помимо общетоксического воздействия на экологию и здоровье человека, образование ЗШО требует использования огромных площадей под золоотвалы. Необходимо понимать, что увеличение потребностей человека будет сопутствовать росту числа образующегося отхода, а значит, возникает необходимость в поиске возможности вторичного использования отхода.

Основными характеристиками бетона являются его прочность и плотность. Теплоизоляционные свойства материала прежде всего зависят от средней плотности. Некоторое влияние на теплопроводность оказывают также структура бетона и минералогический состав (ГОСТ 5742-76) [2]. Прочность бетона является необходимым условием при выборе

вида ограждающих конструкций здания (несущие, самонесущие, ненесущие). При больших нагрузках для обеспечения необходимой несущей способности требуется большая прочность, и наоборот, меньшая прочность достаточна для ненесущих ограждающих конструкций здания.

Применение золы-уноса в технологии производства неавтоклавного пенобетона в момент начала и до конца схватывания цементного теста позволяет улучшить агрегативную устойчивость смеси. В связи с этим из-за гравитационных сил и негативного влияния на образование структуры блокируется диффузия компонентов в пространстве. Генерированию плотного взаимодействия частиц в межпоровой перегородке ячеистого бетона способствует мелкодисперсный состав. Если же такое явление отсутствует, то гидратация первичных продуктов приобретает гелеобразное состояние. И при их высыхании проявляется усадка. В свою очередь, образовавшаяся перегородка будет иметь низкую прочность, что приведет к сильному снижению прочностных характеристик пенобетона. Важным аспектом является подбор оптимального расхода золы в бетоне. Самый достоверный способ – экспериментальный, учитывающий все особенности и требования технологии производства, а также экономические показатели. Желательно использовать высококачественные золы высокой дисперсности, относительно высокая стоимость которых будет компенсироваться уменьшением стоимости бетона, прочность которого не снижается или снижается незначительно.

Рассмотрим минералогический и химический состав золошлаковых отходов. Золошлаки и золошлаковые смеси, применяемые в качестве сырья для производства искусственных пористых заполнителей, должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 57789-2017 [3]. Содержание основных химических составляющих в ЗШО должно находиться в следующих пределах, % по массе [4]: диоксид кремния (SiO_2) – не более 70; свободный диоксид кремния ($\text{SiO}_2^{\text{св}}$) – не более 30; оксид алюминия (Al_2O_3) – от 10 до 20; диоксид титана (TiO_2) – от 0,5 до 1,5; сумма оксидов железа ($\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$) – от 2,5 до 10; оксид кальция (CaO) – не более 5; оксид магния (MgO) – не более 4; сумма оксидов натрия и калия ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) – от 2 до 6; сумма соединений серы в пересчете на SO_3 – не более 2, в том числе сульфидной серы – не более 1; остатки несгоревшего топлива (частицы углерода) – не более 15 % для производства зольного аглопорита. Допускается использование ЗШО с содержанием Al_2O_3 более 20 % для заполнителей специального назначения – жаростойких, высокопрочных.

Отходы теплоэнергетики, такие как золошлак, могут быть использованы как ценный и перспективный сырьевой материал в производстве широкого спектра силикатных строительных материалов [5]. Их термическая обработка позволяет заменить природное сырье, что является экономически выгодным и перспективным решением для масштабной утилизации отходов [6]. Особенно перспективным направлением использования золошлаковых отходов является их использование для получения пористого заполнителя для легких бетонов и теплоизоляционных засыпок, аналога гранулированного пеностекла [7]. При этом достигается увеличение экономической эффективности и снижение затрат на сырьевые компоненты пеностекла [8].

Проведение комплексных исследований механизмов гидратации и твердения наполненных цементных систем, включая применение тонких физико-химических методов анализа процессов на молекулярном уровне, не только позволит получать материалы с заданными свойствами, но и управлять этими процессами на различных стадиях формирования структуры композиционных строительных материалов.

Цемент является основным компонентом в процессе приготовления бетона. В каче-



Рис. 1. Исходная зола



Рис. 2. Процесс перемолки



Рис. 3. Процесс перемолки



Рис. 4. Процесс перемолки

Таблица 1. Состав испытываемых образцов

Используемый материал	Состав бетона, масс (г)			
	1	2	3	4
Цемент	12	12	12	12
Песок	36	24	12	0
Зола	0	12	24	36
Вода	10	12	12	12

стве заполнителя используют песок, гравий или их сочетание. Вторым по важности компонентом является вода. В растворе необходимо соблюдать пропорции. Для этого нужно взять такой состав бетона: 1 часть цемента, 1/2 часть воды, 3 части песка.

В нашей работе мы заменяли песок на золу в различных соотношениях. Зола мы взяли с Казанской ТЭЦ № 3. Для того чтобы получить золу мелкой фракции, мы ее раздробили и просеяли через сито (рис. 1–4).

Данные соотношения будут приведены в табл. 1.

При проведении опытов мы заметили, что с увеличением добавления золы в бетон водоцементное соотношение практически не изменялось. После заливания раствора в форму через некоторое время из нее начинала вытекать вода. Когда мы доставали бетон



Рис. 5. Готовые балочки из золы



Рис. 6. Образцы, пропитанные серой

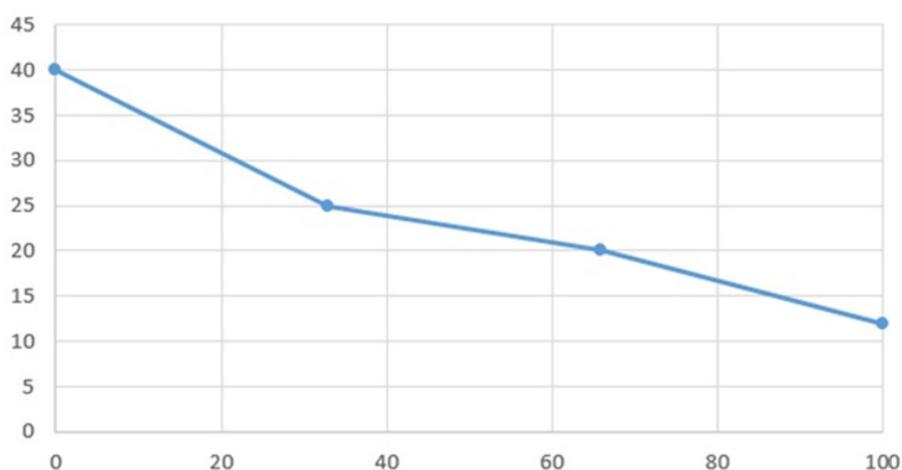


Рис. 7. Зависимость прочности на сжатие (R) к пропорции ЗШО в составе цемента в качестве заполнителя (%)

с золой из формочки, он не терял свою форму, не крошился (рис. 5).

Для исследования прочности образцы-балочки замачиваются в растворе серы. В данном исследовании использовалась сера 20 г, активированная хлоридом алюминия ГОСТ3759-75 0,4 г. В подогретом растворе образцы выдерживались до полной пропитки, пока раствор покроев всю внутреннюю пористость, пустоты и другие дефекты (рис. 6). Данный эксперимент показывает, какое соотношение золы наиболее выгодно при создании бетона.

После покрытия образцов серным раствором они подвергаются испытанию на прессе. Максимальная сила, которую образец выдерживает до разрушения, называется прочностью на сжатие бетона. По полученным данным строится график (рис. 7).

Таким образом, в данной работе представлены результаты разработки нового композиционного теплоизоляционного материала на основе отходов теплоэнергетики, а также изучение его свойств. Работа имеет важное значение для достижения цели. Образцы были испытаны на физические и механические свойства. Было выявлено, что свойства материала зависят от процентного содержания золы в его структуре, поэтому его свойства могут быть улучшены путем оптимизации соотношения компонентов.

Литература

1. Игумина, В.А. Вторичное использование отходов ТЭЦ / В.А. Игумина, Е.О. Реховская. – Омск, 2022. – С. 84–87.
2. ГОСТ 5742–76. Изделия из ячеистых бетонов теплоизоляционные. Взамен ГОСТ 5742-61; введ с 01.01.77. – М. : Изд-во стандартов, 1975. – 7 с.
3. ГОСТ Р 577889-2017. Золы, шлаки и золошлаковые смеси. – Национальный стандарт РФ, 2017. – 11 с.
4. Косарев, А.С. Оценка возможности использования золошлаковых отходов теплоэнергетики при производстве гранулированного пористого заполнителя для легких бетонов и теплоизоляционных засыпок / А.С. Косарев, В.А. Смолий, А.В. Скориков // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. – 2018. – № 4(200). – С. 111–117.
5. Yusupova, A.A. High-Technology Energy-Efficient Composite Material Made from Waste of Thermal Power Plants / A.A. Yusupova, R.T. Akhmetova, G.A. Medvedeva, A.A. Bobrishev // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. International Scientific-Technical Conference on Innovative Engineering Technologies, Equipment and Materials-2019, 2020. – P. 012058.
6. Ушакова, А.А. Роль примесей воды при ее использовании в энергетике / А.А. Ушакова, Н.В. Журавлева // Вестник магистратуры. – 2020. – № 5–3(104). – С. 92–94.
7. Малахов, Д.А. Актуализация применения золы-уноса в процессе изготовления неавтоклавного пенобетона / Д.А. Малахов // Научные исследования и разработки студентов. сборник материалов Международной студенческой научно-практической конференции. – Новосибирск : Центр научного сотрудничества «Интерактив плюс», 2016. – С. 78–81.
8. Николаева, Л.А. Ресурсосберегающие технологии утилизации шлама водоподготовки на ТЭС : монография / Л.А. Николаева, Е.Н. Бородай. – Казань : КГЭУ, 2012. – 110 с.

References

1. Iguminova, V.A. Vtorichnoe ispolzovanie othodov TETS / V.A. Iguminova, E.O. Rekhovskaya. – Omsk, 2022. – S. 84–87.
2. GOST 5742–76. Izdeliya iz yacheistykh betonov teploizolyatsionnye. Vzamen GOST 5742-61; vved s 01.01.77. – M. : Izd-vo standartov, 1975. – 7 s.
3. GOST R 577889-2017. Zoly, shlaki i zoloshlakovyе smesi. – Natsionalnyj standart RF, 2017. – 11 s.
4. Kosarev, A.S. Otsenka vozmozhnosti ispolzovaniya zoloshlakovykh othodov teploenergetiki pri proizvodstve granulirovannogo poristogo zapolnitelya dlya legkih betonov i teploizolyatsionnykh zasypok / A.S. Kosarev, V.A. Smolij, A.V. Skorikov // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenij. Severo-Kavkazskij region. Tekhnicheskie nauki. – 2018. – № 4(200). – S. 111–117.
6. Ushakova, A.A. Rol primesej vody pri ee ispolzovanii v energetike / A.A. Ushakova, N.V. Zhuravleva // Vestnik magistratury. – 2020. – № 5–3(104). – S. 92–94.
7. Malahov, D.A. Aktualizatsiya primeneniya zoly-unosa v protsesse izgotovleniya neavtoklavnogo penobetona / D.A. Malahov // Nauchnye issledovaniya i razrabotki studentov. sbornik materialov Mezhdunarodnoj studencheskoj nauchno-prakticheskoy konferentsii. – Novosibirsk : TSentr nauchnogo sotrudnichestva «Interaktiv plyus», 2016. – S. 78–81.
8. Nikolaeva, L.A. Resursosberegayushchie tekhnologii utilizatsii shlama vodopodgotovki

na TES : monografiya / L.A. Nikolaeva, E.N. Borodaj. – Kazan : KGEU, 2012. – 110 s.

Research and Prospects of Ash and Slag Waste Utilization in Construction

G.A. Medvedeva, A.A. Yusupova, L.R. Yarullina

*Kazan State University of Architecture and Civil Engineering,
Kazan National Research Technological University,
Kazan (Russia)*

Key words and phrases: ash and slag waste of CHP; environmental friendliness; durability.

Abstract. Relevance: the relevance of the article on the use of ash and slag waste in construction is due to the need to eliminate the problem of environmental pollution from industrial waste, and the potential of these materials to create environmentally friendly and efficient construction products. Consideration of modern technologies and methods of using ZCO in construction will help to understand their contribution to the sustainable development of the industry, the economic feasibility and prospects of replacing traditional materials with more environmentally friendly alternatives.

© Г.А. Медведева, А.А. Юсупова, Л.Р. Яруллина, 2024

УДК 691

Прогнозирование успешности внедрения инновационных строительных материалов с использованием методов машинного обучения

И.В. Пиляй

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», г. Москва (Россия)

Ключевые слова и фразы: анализ данных; инновационные строительные материалы; методы машинного обучения; модель случайного леса; прогнозирование.

Аннотация. Целью настоящего исследования является проведение анализа успешности внедрения инновационных строительных материалов с применением методов машинного обучения. Гипотеза исследования заключается в предположении о возможности разработки модели, способной предсказывать результаты внедрения материалов на основе характеристик проектов. Для достижения поставленных целей и решения задач были применены методы машинного обучения, включая анализ данных, построение прогностической модели с использованием метода случайного леса и оптимизация гиперпараметров этой модели. В результате исследования была разработана прогностическая модель, способная предсказывать результаты внедрения инновационных строительных материалов на основе характеристик проектов.

Введение

В современном мире строительства внедрение инновационных материалов становится все более важным в контексте достижения устойчивого развития. От выбора правильных строительных материалов зависит не только качество и долговечность строений, но и их воздействие на окружающую среду. Однако среди многообразия доступных на рынке материалов выбрать оптимальные для конкретного проекта может быть сложной задачей.

В данной статье использовались методы машинного обучения для анализа успешности внедрения инновационных строительных материалов. Проведен сбор и анализ данных о различных строительных проектах, включая информацию о характеристиках материалов, их экологической устойчивости, эффективности и других факторах. Затем с помощью алгоритмов машинного обучения попытаемся предсказать успешность внедрения материалов в новые проекты на основе имеющихся данных.

Целью исследования является обеспечение индустрии строительства инструментами,

позволяющими принимать обоснованные решения при выборе материалов для будущих проектов. Надеемся, что результаты анализа смогут помочь строительным компаниям, архитекторам и инженерам сделать более осознанный выбор материалов, способствующий достижению устойчивого развития и экологической ответственности в строительной отрасли.

Анализ данных

Использовались данные, сгенерированные для анализа успешности внедрения инновационных строительных материалов. Данные включают в себя информацию о различных признаках проектов, таких как размеры, характеристики материалов, экологические параметры и успешность внедрения. Сначала был проведен анализ данных, включающий общую статистику и визуализацию взаимосвязей между признаками. После этого приступили к прогнозированию успешности внедрения материалов с использованием методов машинного обучения.

Прогнозирование успешности внедрения

Для прогнозирования успешности внедрения инновационных строительных материалов использовался алгоритм случайного леса, который является одним из наиболее эффективных методов машинного обучения для задач классификации.

1. Подготовка данных

Сначала разделили данные на обучающий и тестовый наборы, чтобы оценить производительность модели на отлаженных данных. Затем применили предобработку данных, включающую обработку пропущенных значений и кодирование категориальных признаков. Это важный шаг, который позволяет модели правильно интерпретировать и использовать доступные данные для обучения.

2. Подбор оптимальных гиперпараметров

Был использован метод Grid Search для подбора оптимальных гиперпараметров для модели случайного леса. Этот метод позволяет перебрать различные комбинации гиперпараметров и выбрать те, которые обеспечивают наилучшую производительность модели на тестовых данных. Оценивалась производительность модели с использованием метрики ассурасу, которая показывает долю правильно классифицированных примеров.

3. Обучение модели и оценка производительности

После подбора оптимальных гиперпараметров была обучена модель на обучающем наборе данных и проведена оценка ее производительности на тестовом наборе. Используются метрики, такие как матрица ошибок (*confusion matrix*) и отчет о классификации (*classification report*), чтобы оценить точность и полноту модели, а также иные характеристики ее работы.

Реализуя описанные выше пункты, был создан программный код.

```
import pandas as pd
import seaborn as sns
import matplotlib.pyplot as plt
from sklearn.model_selection import train_test_split, GridSearchCV
from sklearn.ensemble import RandomForestClassifier
from sklearn.metrics import classification_report, confusion_matrix
from sklearn.compose import ColumnTransformer
```

```
from sklearn.pipeline import Pipeline
from sklearn.impute import SimpleImputer
from sklearn.preprocessing import StandardScaler, OneHotEncoder
from tqdm import tqdm # Добавим tqdm для отображения полосы прогресса
# Загрузка сгенерированных данных
data = pd.read_csv('D:\Winpython\WPY64-3980\notebooks\
TrainingData\training_data.csv')
# Анализ данных
# Посмотрим на общую статистику
print(data.describe())
# Визуализация данных
# Построим pairplot для визуального анализа взаимосвязей между
признаками
sns.pairplot(data, hue = 'Success')
plt.show()
# Прогнозирование успешности внедрения
# Разделим данные на обучающий и тестовый наборы
X = data.drop('Success', axis=1)
y = data['Success']
# Определение числовых и категориальных признаков
numeric_features = X.select_dtypes(include = ['int64', 'float64']).columns
categorical_features = X.select_dtypes(include = ['object']).columns
# Создание предобработки данных
numeric_transformer = Pipeline(steps = [
    ('imputer', SimpleImputer(strategy = 'mean')),
    ('scaler', StandardScaler())
])
categorical_transformer = Pipeline(steps=[
    ('imputer', SimpleImputer(strategy = 'most_frequent')),
    ('onehot', OneHotEncoder(handle_unknown = 'ignore'))
])
preprocessor = ColumnTransformer(
    transformers = [
        ('num', numeric_transformer, numeric_features),
        ('cat', categorical_transformer, categorical_features)
    ])
# Создание пайплайна, включающего предобработку данных и построе-
ние модели
pipeline = Pipeline(steps = [
    ('preprocessor', preprocessor),
    ('classifier', RandomForestClassifier(random_state = 42))
])
# Grid Search для подбора оптимальных гиперпараметров
param_grid = {
    'classifier__n_estimators': [50, 100, 200],
    'classifier__max_depth': [None, 10, 20],
    'classifier__min_samples_split': [2, 5, 10],
```

```
'classifier__min_samples_leaf': [1, 2, 4],
'classifier__class_weight': ['balanced', 'balanced_subsample']
}
grid_search = GridSearchCV(pipeline, param_grid, cv = 5, scoring =
'accuracy')
# Оборнем grid_search в tqdm, чтобы отобразить полосу прогресса
with tqdm(total=len(param_grid['classifier__n_estimators']) *
len(param_grid['classifier__max_depth']) *
len(param_grid['classifier__min_samples_split']) *
len(param_grid['classifier__min_samples_leaf']) *
len(param_grid['classifier__class_weight']),
desc='Hyperparameter Tuning') as pbar:
    grid_search.fit(X, y)
    pbar.update(1)
# Вывод оптимальных гиперпараметров
print(«Best Parameters: », grid_search.best_params_)
# Обучение модели с оптимальными параметрами
best_model = grid_search.best_estimator_
# Разделим данные для тестирования
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y, test_size =
0.2, random_state = 42)
# Предсказания на тестовом наборе
y_pred = best_model.predict(X_test)
# Оценка модели
print(confusion_matrix(y_test, y_pred))
print(classification_report(y_test, y_pred))
# Важность признаков
feature_importance = pd.Series(best_model.named_steps['classifier'].
feature_importances_,
index = numeric_features.tolist() + best_model.named_
steps['preprocessor'].named_transformers_['cat']
.named_steps['onehot'].get_feature_names_out(categorical_features).
tolist())
feature_importance.sort_values(ascending = False, inplace = True)
# Визуализация важности признаков
plt.figure(figsize = (12, 8))
sns.barplot(x = feature_importance, y = feature_importance.index)
plt.title('Feature Importance')
plt.show()
```

Результаты

Результаты приведены в табл. 1–3.

Эти результаты демонстрируют производительность модели случайного леса с оптимальными гиперпараметрами на тестовом наборе данных. Модель обеспечивает высокую точность, полноту и F1-меру для обоих классов, что свидетельствует о ее эффективности в предсказании успеха или неудачи внедрения инновационных строительных материалов.

Таблица 1. Результаты анализа

Параметр	Значение
Вес классов	сбалансированный
Максимальная глубина	10
Минимальное количество примеров в листе	1
Минимальное количество примеров для разделения	2
Количество деревьев в лесу	50

Таблица 2. Матрица ошибок

	Предсказанный отрицательный	Предсказанный положительный
Фактический отрицательный	93	14
Фактический положительный	15	78

Таблица 3. Отчет о классификации

	Точность	Полнота	F1-мера	Объем выборки
0	0,86	0,87	0,87	107
1	0,85	0,84	0,84	93
Точность			0,85	200
Макро-усреднение	0,85	0,85	0,85	200
Взвешенное усреднение	0,85	0,85	0,85	200

Выводы

Проведенный анализ данных позволил глубже понять особенности проектов и факторы, влияющие на успешность внедрения инновационных строительных материалов. Были выявлены наиболее важные признаки и определены оптимальные параметры модели, которые позволяют с высокой точностью предсказывать успешность внедрения материалов. Итоговые результаты будут использованы для разработки модели прогнозирования, которая поможет принимать обоснованные решения при выборе материалов для будущих строительных проектов. Использование такой модели позволит сэкономить время и ресурсы, а также повысить устойчивость и эффективность строительства, снижая риски и повышая качество проектов.

Литература

1. Смит, Дж. Использование машинного обучения в строительстве: обзор и применение / Дж. Смит // Журнал строительной техники и технологий. – 2020. – № 10(2). – С. 45–58.
2. Браун, А. Инновационные строительные материалы: тенденции и вызовы / А. Браун

ун, Р. Джонсон // Международная конференция по строительным материалам, 2019. – С. 25–30.

3. Ван, Л. Применение методов машинного обучения для анализа и прогнозирования успешности внедрения инновационных строительных материалов / Л. Ван, Х. Ли // Журнал инженерных исследований. – 2018. – № 15(3). – С. 102–115.

References

1. Smith, Dzh. Ispolzovanie mashinnogo obucheniya v stroitelstve: obzor i primeneniye / J. Smith // ZHurnal stroitelnoj tekhniki i tekhnologij. – 2020. – № 10(2). – S. 45–58.

2. Brown, A. Innovatsionnye stroitelnye materialy: tendentsii i vyzovy / A. Brown, R. Johnson // Mezhdunarodnaya konferentsiya po stroitelnyh materialam, 2019. – S. 25–30.

3. Wang, L. Primenenie metodov mashinnogo obucheniya dlya analiza i prognozirovaniya uspeshnosti vnedreniya innovatsionnyh stroitelnyh materialov / L. Wang, H. Li // ZHurnal inzhenernyh issledovaniy. – 2018. – № 15(3). – S. 102–115.

Predicting the Success of Innovative Building Materials Implementation Using Machine Learning Methods

I.V. Pilyai

*National Research Moscow State University of Civil Engineering,
Moscow (Russia)*

Key words and phrases: innovative building materials; machine learning methods; prediction; data analysis; random forest model.

Abstract. The purpose of this study is to analyze the success rate of innovative building materials implementation using machine learning techniques. The hypothesis of the study is to assume that it is possible to develop a model capable of predicting material adoption outcomes based on project characteristics. To achieve the objectives and solve the problems, machine learning methods were applied, including data analysis, building a predictive model using the random forest method, and optimizing the hyperparameters of this model. As a result of the study, a predictive model capable of predicting the performance of innovative building materials based on project characteristics was developed.

© И.В. Пиляй, 2024

УДК 69.05.007.1(07)

Индекс функциональности проведения научно-технического сопровождения строительства

А.А. Лapidус, М.Х. Сабанчиева

*ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»,
г. Москва (Россия)*

Ключевые слова и фразы: безопасность зданий и сооружений; научно-техническое сопровождение; научно-техническое сопровождение проектирования; научно-техническое сопровождение строительства; нейросети.

Аннотация. На сегодняшний день одним из самых актуальных вопросов в современном строительстве является обеспечение безопасности и механической надежности при проектировании и строительстве зданий и сооружений. Когда объектом проектирования и строительства выступают уникальные здания и сооружения, обеспечение качества производится благодаря научно-техническому сопровождению проектирования (**НТСП**) и строительства (**НТСС**). Целью данного исследования является определение и анализ наиболее значимых факторов, оказывающих влияние на научно-техническое сопровождение строительства уникальных сооружений. Установлена степень и сфера влияния этих факторов на строительство уникальных сооружений путем проведения экспертного опроса для определения наиболее значимых показателей.

Решение основных задач проектирования и строительства уникальных объектов возможно без систем автоматизированного проектирования (**САПР**), систем управления базами данных (**СУБД**). Функциональность таких систем с каждым годом расширяется. Управление такой многофункциональной и сложной системой предполагает наличие знаний и информационного обеспечения данных о состоянии объекта. В связи с их особенными характеристиками и функциональными особенностями требуется разработка специальных мероприятий и систем, которые гарантировали бы их безопасность и надежность.

При обеспечении автоматизированного формирования программы научно-технического сопровождения проектирования уникальных зданий соответствия каждой категории можно значительно улучшить качество проектирования, безопасность и надежность объекта. Назрела необходимость системного решения проблемы проектирования и строительства уникальных сооружений и введения такого понятия, как индекс функциональности проведения научно-технического сопровождения (**НТС**).

Когда мы рассматриваем строительство уникальных зданий, за функциональность мы принимаем переменную величину, которая принимает определенное значение в зависимости от выбора одной или нескольких функций. Проще говоря, это функция от функций, математическое понятие. Функциональность – набор возможностей или функций, которые есть у системы.

Без определения функционала невозможно проведение научно-технического сопровождения в связи с тем, что это и является целевой функцией данного термина.

Под индексом функциональности реализации НТС будем понимать численный показатель, который определяет возможную погрешность допустимости совокупности принятых организационно-технических решений, позволяющих обеспечить реализацию объекта.

Введем формулу для определения погрешности:

$$k = (T_{\text{ф}} - T_{\text{пл}})/T_{\text{ф}} \cdot 100 \%,$$

где $T_{\text{ф}}$ – фактическая продолжительность строительства; $T_{\text{пл}}$ – плановая продолжительность строительства.

Для определения допустимой погрешности были проанализированы разработанные календарные планы на каждом этапе жизненного цикла (ЖЦ) проекта и фактические даты отставания от плана по 34 объектам. Среднее значение планово-фактической зависимости составляет 19 %, что равно 4 месяцам отставания. После проведенного мозгового штурма среди представителей заказчика/застройщика значением эффективности реализации НТС было принято 7 % [2]. Проведение НТС будет считаться эффективным при непревышении данного показателя исходя из планово-фактической зависимости строительства объекта.

Под натурным исследованием понимается сбор фактических данных из соответствующих документов как по реализованным проектам по возведению монолитных железобетонных конструкций уникальных зданий, так и в процессе строительства. В связи с отсутствием возможности получения готовых материалов были проанализированы разработанные календарные планы на каждом этапе ЖЦ проекта, фактические даты отставания от плана и причины отставания по 34 объектам. Причины отставания переформатированы в параметры и распределены по факторам, которые получили свое отражение в базе данных.

Общая структурная схема методики натурных исследований представляет собой ряд факторов, взаимосвязанных между собой. Каждый фактор подразделяется на возможные причины увеличения продолжительности строительства [3].

Выделенные факторы напрямую оказывают влияние на процесс организации строительства уникальных зданий. В соответствии с этапами производства работ эффективность реализации НТСС формируется на стадии проектно-исследовательских работ и на стадии строительно-монтажных работ. При этом степень влияния каждого фактора изменяется в зависимости от этапа строительного производства [1] и адаптируется под конкретные условия объекта. Расчет эффективности реализации НТСС также возможен до начала возведения конструктивных элементов монолитных зданий на базе исходных данных об участниках строительства, прогнозируемых значений параметров.

По результатам сбора данных по 34 объектам и проведенного экспертного анализа по всем факторам были собраны данные и занесены в базу данных (табл. 1).

Полученные данные позволяют провести корреляционный анализ с целью получения коэффициентов зависимости объема работ и продолжительности [4]. Основное назначение корреляционного анализа – выявление связи между двумя или более изучаемыми

Таблица 1. Представление полученных результатов

№	Факторы	1 объект									
		Планный срок выполнения работ, мес.	Фактический срок выполнения работ НТСС, мес.	Планный срок выполнения работ, дни	Фактический срок выполнения работ НТСС, дни	S _{зд} , м ²	64440	t _{план} , мес.	20	t _{факт}	24
1	Контроль качества ответственных конструкций (в подземной и надземной части)	20	21,6	600	648	48	2	3	40	60	20
2	Контроль качества ограждающих конструкций котлована	3	21,6	90	648	558	8	11	24	242	218
3	Геотехнический мониторинг	20	24	600	720	120	8	12	160	288	128
4	Контроль качества фасадных систем и кровли	4	6	120	180	60	4	5	16	31	15
5	Степень проработки технической, организационной и технологической документации	20	21,6	600	648	48	4	5	80	112	32
6	Входной контроль/анализ наличия материалов и оборудования	18	19,2	540	576	36	4	5	72	100	28
7	Выполнение расчетно-аналитических работ	20	21,6	600	648	48	1	1	20	30	10
8	Геодезический мониторинг	20	24	600	720	120	8	12	160	288	128
9	Контроль трудовых ресурсов	20	21,6	600	648	48	6	8	120	181	61
10	Контроль организационно-технологических процессов	20	21,6	600	648	48	8	10	160	225	65
11	Оценка влияния нового строительства на окружающую застройку	20	21,6	600	648	48	2	3	40	56	16

переменными, которая рассматривается как совместное согласованное изменение двух исследуемых характеристик.

При анализе полученных данных по 34 реализованным объектам результаты показывают, что на каждом этапе необходимо провести детальный анализ для сопоставления

организационно-технических решений с этапностью по каждому этапу ЖЦ объекта.

Разработанная структура базы данных является лишь малой показательной частью. На базе существующих платформ для создания информационных моделей необходим ввод модуля, предоставляющего проектировщику данные о принятии им того или иного проектного решения.

На следующем этапе планируется написание программы на языке C++ и разработка структуры базы данных расчетного модуля для каждой критерии стандарта.

Литература

1. Бидов, Т.Х. Разработка методики совершенствования научно-технического сопровождения на основе нейронного моделирования / Т.Х. Бидов, М.Х. Кангезова, А.С. Петрова, А.П. Гришина // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2023. – № 4. – С. 56

2. Кангезова, М.Х. Автоматизация организационно-технологических аспектов научно-технического сопровождения проектирования уникальных зданий / М.Х. Кангезова, В.Д. Евстигнеев // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2021. – № 3. – С. 300.

3. Бидов, Т.Х. Научно-техническое обеспечение строительства и проектирования уникальных зданий и сооружений на примере строительства большепролетных стадионов / Т.Х. Бидов, А.П. Гришина, А.С. Петрова // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2023. – № 3. – С. 305–309. – DOI: 10.24412/2071-6168-2023-3-305-310.

4. Lapidus, A. Systematization of Organizational and Technological Aspects of Scientific Technical Support of Buildings and Constructions over 100 m High / A. Lapidus, M. Kangezova, T. Bidov [Electronic resource]. – Access mode : <https://iopscience.iop.org/nsearch?terms=+buildings+and+constructions+over+100m+high>.

References

1. Bidov, T.H. Razrabotka metodiki sovershenstvovaniya nauchno-tekhnicheskogo soprovozhdeniya na osnove nejronnogo modelirovaniya / T.H. Bidov, M.H. Kangezova, A.S. Petrova, A.P. Grishina // Izvestiya Tulsokogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskie nauki. – 2023. – № 4. – S. 56

2. Kangezova, M.H. Avtomatizatsiya organizatsionno-tekhnologicheskikh aspektov nauchno-tekhnicheskogo soprovozhdeniya proektirovaniya unikalnyh zdaniy / M.H. Kangezova, V.D. Evstigneev // Izvestiya Tulsokogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskie nauki. – 2021. – № 3. – S. 300.

3. Bidov, T.H. Nauchno-tekhnicheskoe obespechenie stroitelstva i proektirovaniya unikalnyh zdaniy i sooruzhenij na primere stroitelstva bolsheproletnyh stadionov / T.H. Bidov, A.P. Grishina, A.S. Petrova // Izvestiya Tulsokogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskie nauki. – 2023. – № 3. – S. 305–309. – DOI: 10.24412/2071-6168-2023-3-305-310.

The Index of Functionality of Scientific and Technical Support of Construction

A.A. Lapidus, M.H. Sabanchieva

*National Research Moscow State University of Civil Engineering,
Moscow (Russia)*

Key words and phrases: safety of buildings and structures; scientific and technical support; scientific and technical support for design; scientific and technical support of construction; neural networks.

Abstract. To date, one of the most pressing issues in modern construction is ensuring safety and mechanical reliability in the design and construction of buildings and structures. When unique buildings and structures are the object of design and construction, quality assurance is carried out thanks to the NTSP and NTSS. The purpose of this study is to identify and analyze the most significant factors influencing the scientific and technical support of the construction of unique structures. This article considered solutions to such problems as the analysis of the regulatory framework and the identification of the main factors affecting the duration of construction production. The hypothesis is to determine the direct dependence of the quality of work on the duration of construction of unique buildings. The degree and scope of influence of these factors on the construction of unique structures has been established by conducting an expert survey to determine the most significant indicators. As a result of the conducted research, a methodology has been developed for determining the index of functionality of scientific and technical support for the construction of unique buildings.

© А.А. Лapidус, М.Х. Сабанчиева, 2024

УДК 72.02

Архитектурные символы города Омска

М.В. Золотарева, А.М. Петешова, А.В. Пономарев

*ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет»,
г. Санкт-Петербург (Россия)*

Ключевые слова и фразы: архитектура; архитектурный символ; дух места; объекты культурного наследия.

Аннотация. В статье рассматриваются архитектурные объекты города Омска, ставшие символами города, олицетворяющими его образ, идентичность. Цель статьи – доказать, что не только объекты культурного значения могут стать своего рода архитектурным символом, но и объекты недавнего прошлого, закладывающие новую кодировку города, встраивая его в общий контекст городского развития. В качестве основных задач авторы ставят рассмотрение двух объектов разных веков – XIX и XX, и оценку роли этих объектов в городской среде, а также поиск ответа на вопрос, почему именно эти здания имеют символическое значение в городе Омске. Гипотеза заключается в предположении, что здания-символы являются композиционными доминантами города. Используемые методы: натурное обследование, изучение и обобщение литературных источников, сравнительный анализ. Достигнутые результаты: выявленные объекты – символы города Омска являются архитектурными и композиционными доминантами города, к ним принадлежат не только исторические здания, но и объекты недавнего прошлого.

При работе с образностью города архитекторы, урбанисты, дизайнеры в основном используют такие понятия, как «дух места» или «код города». Символика городской образности включена в приведенные выше понятия, но редко рассматривается отдельно от них [1]. А ведь прежде всего именно символы города являются теми ключевыми объектами, определяющими идентичность города и, в конечном итоге, его кодовую составляющую. Неслучайно для первого знакомства с городом именно его символы являются теми объектами, которые включаются в экскурсионную программу. Для рассмотрения таких ключевых объектов, определяющих символику города Омска, выбрано два, представляющих два века городского развития – XIX и XX вв. На примере этих зданий, стоящих в ряду других объектов-символов, рассматривается их историческая, градостроительная, объемно-композиционная роль в городе Омске.



Рис. 1. Дворец генерал-губернатора в Омске, 1962 г.

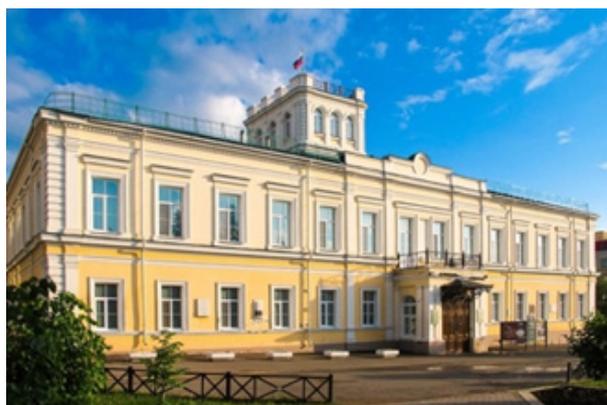


Рис. 2. Дворец генерал-губернатора в Омске. Современное состояние

Для Омска XIX в. зданием-символом по праву является дворец генерал-губернатора (рис. 1). Он стал символом тех исторических процессов в Российской империи, которые привели к изменению политической роли города. Именно в XIX в. Омск становится крупным административным центром управления Западной Сибири [2]. В связи с этим город получил развитый административный центр. На участке, где в настоящее время стоит дворец генерал-губернатора, ранее размещался Посольский дом. В нем гостили посланцы восточных и азиатских земель, которые останавливались в Омске. Посольский дом был уничтожен пожаром 1823 г., в результате которого сгорела значительная часть города. А в 1829 г. был утвержден генеральный план Омска, на котором было обозначено место дворца генерал-губернатора. Сами же проектно-строительные работы были начаты в только 1853 г. в период генерал-губернаторства Г.Х. Гасфорда. Проект является образцовым, проектно-сметная документация, составленная городским архитектором Ф.Ф. Вагнером, была утверждена в соответствующем департаменте Министерства внутренних дел [3]. По плану здание имело административные помещения, жилые покои и часть, где могли разместиться представители императорского дома в случае приезда [4]. Дворец был построен за три года и был готов уже в 1862 г. За качественное строительство особо был отмечен подрядчик В.Х. Гудович, выполняющий строительные работы, он был награжден золотой медалью.

Особое значение здание имеет в градостроительном контексте, оно находится на центральной площади города, намеченной еще высочайше утвержденным генеральным планом города, формируя его центр. Композиционно дворец генерал-губернатора является центральным элементом архитектурного ансамбля этой части города. Его элегантный силуэт с башней и строгая фасадная композиция подчеркивают его статус [5]. Здание является композиционным акцентом и обращает на себя внимание (рис. 2). Дворец представлял собой двухэтажное здание, поставленное на высокий цокольный этаж. В качестве объемно-пространственной особенности дворца можно отметить его силуэтную выразительность, которую создает башня-бельведер, установленная по оси симметрии здания. Отмечая архитектурно-художественную сторону этого здания, можно сказать, что оно выполнено в эклектичном стиле, с акцентом на ренессансное исполнение. Центральная часть в четыре окна выделена с небольшой раскреповкой и завершена вычурным фронтоном. Композиционную ось подчеркивает выступающая форма входной группы, над которой устроен балкон [6]. Особый интерес представляет интерьер дворца, его лестница выпол-



Рис. 3. Омский государственный музыкальный театр



Рис. 4. Омский государственный музыкальный театр. Интерьер

нены на Каслинском чугунно-литейном заводе.

В XX в. город продолжал развиваться как административный центр Омской области. В городе появились крупные здания торгового, культурного, зрелищного назначения. Одним из значимых объектов, ставших новым архитектурным символом города, является Омский государственный музыкальный театр (рис. 3). Проектирование этого уникального здания было начато в 1969 г. Предполагалось выполнить музыкальный театр, вмещающий 1200 зрителей. Подобные объекты проектировались специализированным союзным институтом НИИ зрелищных зданий и спортивных сооружений, находящимся в Москве [7]. Особенность здания – это его вантовая конструкция кровли. Несмотря на сложность в исполнении конструктивной части здания, в 1981 г. театр принял первых зрителей.

Стоит отметить, что музыкальный театр выполняет важную градостроительную функцию, определяя границы и развитие окружающей территории. Он становится центром культурной жизни, привлекая жителей и гостей города. Вокруг театра сформировались парки, скверы, площади и другие общественные пространства, служащие для отдыха и проведения различных мероприятий. На главную фасадную часть театра выведено фойе, с которого открывается вид на площадь перед театром. Поскольку фойе находится на втором этаже театрального здания, оно одновременно является навесом над входом. С боковых частей и на задней части устроен балкон, куда можно выйти в антракте при хорошей погоде.

Особенность здания – высокое архитектурно-художественное исполнение его в отделке и интерьере. Оформлением интерьера занимался художник В.А. Десятов и архитектор А.М. Каримов (рис. 4). Поражает обилие материалов и фактур, гармонично соединенных между собой. Уже при входе нас встречает украшенная медными листами стройка гардероба. Особое внимание дизайнеры уделили верхнему фойе. Здесь установлены высокие светильники выразительных форм (возможно, такими были украшены греческие театры). Такие же светильники крепятся к балкону фойе верхнего яруса [8]. Для облицовки поверхностей стен специально был привезен розовый армянский туф [9]. Также в фойе установлены красные диваны, своим цветовым решением связывающие театральный зал и пространство фойе.

В процессе развития исторические города формируются не только фоновой застройкой, преимущественно жилого характера, но прежде всего зданиями-символами. Именно эти объекты играют значимую роль в городской среде, создании ее идентичности и ока-



Рис. 5. Здания Гауптвахты

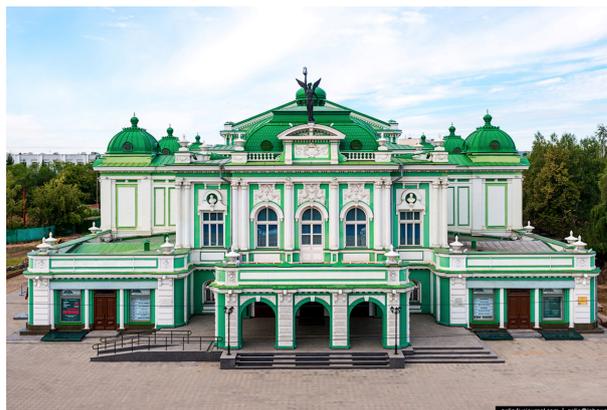


Рис. 6. Омский государственный академический театр драмы



Рис. 7. Торговый центр в Омске



Рис. 8. Библиотека имени Пушкина в Омске

зании влияния на образную сторону города. Они представляют собой визуальные элементы, воплощающие определенные значения, идеи или исторические ассоциации, которые призваны укрепить связь между окружающей средой и людьми, проживающими в городе. В статье были представлены только два архитектурных символа города Омска, но на самом деле их гораздо больше. К ним также можно отнести старое здание Гауптвахты (1781 г.) – первое каменное здание Омска (рис. 5), Омский государственный академический театр драмы (1874 г.) (рис. 6), а также сооружения XX в.: Библиотеку имени А.С. Пушкина (1907 г.) (рис. 7), здание торгового центра «Омский» (1965 г.) (рис. 8). Все эти архитектурные символы являются историческими и культурными символами эпох, в которых они создавались, а также высотными или композиционными доминантами в городской среде.

Исследования публикуются по результатам проведения научно-исследовательской работы в рамках конкурса грантов на выполнение научно-исследовательских работ обучающимися СПБГАСУ в 2024 г.

Литература

1. Пономарев, А.В. Саблино как историческое поселение / А.В. Пономарев, Ю.В. Пу-

- харенко // Перспективы науки. – Тамбов : ТМБпринт. – 2022. – № 3(150). – С. 286–289.
2. Ерошкин, В.Ф. Историко-архитектурное наследие Омска / В.Ф. Ерошкин // Национальные приоритеты России. – 2017. – № 1(23). – С. 88–98.
 3. Золотарева, М.В. Уставы строительные XIX в. и архитектурно-строительный процесс в Санкт-Петербурге / М.В. Золотарева // Перспективы науки. – Тамбов : ТМБпринт. – 2022. – № 3(150). – С. 242–245.
 4. Вибе, П.П. Генерал-губернаторский дворец в Омске / П.П. Вибе // Вопросы охраны и использования памятников истории и культуры. – М., 1992.
 5. Гуменюк, А.Н. Генерал-губернаторский дворец в Омске: от проектной идеи до воплощения / А.Н. Гуменюк // Декабрьские диалоги. – Омск, 2013.
 6. Гуменюк, А.Н. Эkleктика в архитектуре Омска второй половины XIX – начала XX веков / А.Н. Гуменюк. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2011. – 147 с.
 7. Бойко, В.П. Формирование архитектурного облика городов Западной Сибири и купечество в XVII – начале XX вв. (Тобольск, Томск, Тюмень, Тара, Каинск, Омск) / В.П. Бойко // Отчет о НИР № 14-11-70001. – Российский гуманитарный научный фонд, 2015.
 8. Маслова, Л.К. Перспективы градостроительного развития Омска / Л.К. Маслова // Национальные приоритеты России. – 2022. – № 4(47). – С. 54–59.
 9. Никеева, И.А. Летопись истории Театра музыкальной комедии (1946–1981) / И.А. Никеева, 2020. – С. 134–159.

References

1. Ponomarev, A.V. Sablino kak istoricheskoe poselenie / A.V. Ponomarev, YU.V. Puharenko // Perspektivy nauki. – Tambov : TMBprint. – 2022. – № 3(150). – S. 286–289.
2. Eroshkin, V.F. Istoriko-arhitekturnoe nasledie Omska / V.F. Eroshkin // Natsionalnye prioritety Rossii. – 2017. – № 1(23). – S. 88–98.
3. Zolotareva, M.V. Ustavy stroitelnye XIX v. i arhitekturno-stroitelnyj protsess v Sankt-Peterburge / M.V. Zolotareva // Perspektivy nauki. – Tambov : TMBprint. – 2022. – № 3(150). – S. 242–245.
4. Vibe, P.P. General-gubernatorskij dvorets v Omske / P.P. Vibe // Voprosy ohrany i ispolzovaniya pamyatnikov istorii i kultury. – M., 1992.
5. Gumenyuk, A.N. General-gubernatorskij dvorets v Omske: ot proektnoj idei do voploshcheniya / A.N. Gumenyuk // Dekabrskie dialogi. – Omsk, 2013.
6. Gumenyuk, A.N. Eklektika v arhitekture Omska vtoroj poloviny XIX – nachala HKH vekov / A.N. Gumenyuk. – Omsk : Izd-vo OmGTU, 2011. – 147 s.
7. Bojko, V.P. Formirovanie arhitekturnogo oblika gorodov Zapadnoj Sibiri i kupechestvo v HVII – nachale HKH vv. (Tobolsk, Tomsk, Tyumen, Tara, Kainsk, Omsk) / V.P. Bojko // Otchet o NIR № 14-11-70001. – Rossijskij gumanitarnyj nauchnyj fond, 2015.
8. Maslova, L.K. Perspektivy gradostroitel'nogo razvitiya Omska / L.K. Maslova // Natsionalnye prioritety Rossii. – 2022. – № 4(47). – S. 54–59.
9. Nikeeva, I.A. Letopis istorii Teatra muzykalnoj komedii (1946–1981) / I.A. Nikeeva, 2020. – S. 134–159.

Architectural Symbols of the City of Omsk

M.V. Zolotareva, A.M. Peteshova, A.V. Ponomarev

*St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering,
St. Petersburg (Russia)*

Key words and phrases: architecture; the spirit of the place; architectural symbol; objects of cultural heritage.

Abstract. The article examines the architectural objects of the city of Omsk, which have become symbols of the city, representing its image, its identity. The purpose of the article is to prove that not only objects of cultural significance can become a kind of architectural symbol, but also objects of the recent past, laying a new encoding of the city, embedding it in the general context of urban development. The main task of the authors is to consider two objects of different centuries – XIX and XX, and to assess the role of these objects in the urban environment, to answer the question of why these buildings have a symbolic meaning in the city of Omsk. The hypothesis is based on the assumption that the symbol buildings are the compositional dominants of the city. Methods used: in-situ examination, study and generalization of literary sources, comparative analysis. The results achieved: the identified objects symbols of the city of Omsk are the architectural and compositional dominants of the city, they include not only historical buildings, but also objects of not distant time.

© М.В. Золотарева, А.М. Петешова, А.В. Пономарев, 2024

УДК 378.1

Исследование метода цифрового восстановления платформы больших данных на примере объектов культурного наследия в бассейне реки Хэйлунцзян

Юй Юнмин, Ван Луян, Мэнь Хунсинь

*Хэйхэский университет,
г. Хэйхэ (КНР)*

Ключевые слова и фразы: бассейн реки Хэйлунцзян; Китай; объекты нематериального культурного наследия; Россия; цифровое восстановление.

Аннотация. В статье исследуется метод исследования цифрового восстановления объектов культурного наследия в бассейне реки Хэйлунцзян. Представлен комплексный анализ цифровой реставрации объектов культурного наследия. Цель статьи – исследование нематериального наследия бассейна реки Хэйлунцзян и попытка перевести его в цифровую среду. Задачи: проанализировать опыт китайской и зарубежной литературы, исследующей объекты культурного наследия; выделить характерные черты данных объектов. Гипотеза: древние объекты культурного наследия нуждаются в оцифровке с применением больших баз данных. В работе использовались описательный и аналитический методы. Результаты: на примере исследования наследия культурных объектов в бассейне реки Хэйлунцзян предлагается относительно полная теоретическая и техническая система, которая может послужить базой для охраны культурных объектов в других регионах Китая. Электронные ресурсы становятся удобными для пользователей, желающих узнать историю родного края, познакомиться с историей родной страны, уметь переключаться, работать с большими цифровыми данными. Методы цифрового восстановления помогают улучшить работу библиотек метавселенных. Метод цифрового восстановления древнего культурного наследия позволяет воспроизвести его уникальную систему.

Объекты культурного наследия – это объекты, которые должны быть унаследованы и защищены всеми народами нашей страны, они тесно связаны с традиционной культурой и жизнью людей, проживающих на этой территории [2, с. 62]. Объекты культурного на-

следия являются свидетелями исторического развития и культурными ресурсами, представляющими огромную ценность. Охрана и рациональное использование этих объектов в бассейне реки Хэйлунцзян имеют большое значение для реализации духа 19-го Национального конгресса и осуществления всеобъемлющего, скоординированного и устойчивого экономического и социального развития, что поможет бороться с бедностью в некоторых районах Хэйлунцзяна. Письменные объекты культурного наследия относятся к категории выраженных в физической форме, поэтому для их сохранения и распространения требуется оцифровка данных.

Наибольшее преимущество цифровой реставрации культурного наследия заключается в том, что она позволяет сохранять и записывать информацию о культурных реликвиях и использовать ее для отображения и распространения в виртуальной среде, а также осуществлять дальнейшую интеграцию ресурсов с помощью сетевых технологий для максимального совместного и общего использования. Метод цифрового восстановления древнего культурного наследия позволяет воспроизвести его уникальную систему ценностей и играет важную роль в продвижении и совершенствовании развития творческих индустрий в информационную эпоху. Цифровые производные древнего культурного наследия (виртуальная реальность) помещаются в онлайн-класс с помощью цифровой компиляции, а с помощью современных цифровых медиаинструментов Интернет используется как платформа для осуществления бизнеса Интернет+ [4].

Анализ литературы. Исследования в области цифровой защиты и развития отечественных ресурсов материального культурного наследия и связанные с ними работы также развиваются с ростом компьютерных наук. В 2007 г. в честь 300-летия основания Международного симпозиума Юаньминъюань был продемонстрирован виртуальный Юаньминъюань, предоставляющий большое количество восстановленных изображений и некоторые из виртуальных систем онлайн-просмотра, а в 2008 г. был открыт первый в мире тематический виртуальный сайт Юаньминъюань. В 2008 г. отдел по работе с университетами Microsoft Research Asia также официально запустил исследовательскую программу по теме «Электронное наследие», в рамках которой передовые компьютерные технологии и исследования применяются для выявления, защиты, сохранения и передачи наследия истории и археологии в целях народного образования. По мере углубления исследований в области оцифровки данных отечественные ученые последовательно составляли сходные по тематике труды. В 2009 г. было опубликовано исследование «Оцифровка этнического культурного наследия» (под ред. Ван Яохи), в котором всесторонне объясняется смысл оцифровки этнического культурного наследия, текущая ситуация, существующие проблемы, технологии и контрмеры. 2011 г. стал плодотворным годом в области исследований по оцифровке культурного наследия: Ли Синь опубликовал книгу «Цифровое сохранение: новый подход к сохранению нематериального культурного наследия», ставшую крупным научным достижением последних лет, и продолжил изучение технологий и методов, используемых для сохранения культурного наследия в оцифрованном виде. Публикация этой работы также сыграла положительную роль в продвижении исследований по оцифровке культурного наследия в Китае.

Анализ зарубежных источников. В 1999 г. по инициативе Финляндии Европейский союз начал многонациональный проект «Инициативная программа создания контента», в котором одним из основополагающих элементов была оцифровка культурного наследия. С начала в XXI в. Европейский союз осуществил важные планы по содействию, сохранению и развитию цифровых технологий на объектах древнего культурного наследия в Европе и оказал мощную поддержку проектам 3D-Murale и ARCHEO-GUIDE, которые

обеспечивают интерактивные и персонализированные гиды дополненной реальности для объектов исторического наследия. В конце XX в. Япония использовала 3D-сканер для создания цифровой модели Большого Будды эпохи Камакура и виртуально реконструировала главный зал Большого Будды, а в декабре 2004 г. ЮНЕСКО установила партнерские отношения с корейской компанией Samsung Electronics Co. Ltd. в области цифрового сохранения нематериального культурного наследия с особым акцентом на исследования в области сохранения нематериального культурного наследия мира.

По состоянию на 2009 г. на заседании Всемирного комитета (IAC) было зарегистрировано в общей сложности 193 объекта «Память мира» (MoW). По мере того, как материальное и нематериальное культурное наследие становится все более популярным, наследие культурных объектов привлекает все большее внимание людей, поэтому они стремятся изучать, охранять и использовать его. Начиная с 1990-х гг. страны всего мира начали рассматривать проект оцифровки ресурсов культурного наследия в качестве основной стратегии развития культурных информационных ресурсов в Интернете, а также активно проводить исследования в области оцифровки нематериального культурного наследия и связанные с этим работы.

Особенностью провинции Хэйлунцзян является «черная река», «карающий дракон» – Хэйхэ, которая неоднократно прерывала и меняла свое русло. Это река бедствия, которая по древним летописям была связана с природными катастрофами [1, с. 4]. Реку Хэйхэ называли «Желтой рекой» (Бань Гу, Цзо Цюмин). Река Хэйхэ в представлениях китайцев была злой рекой и рекой бедствия из-за частых наводнений. В то же время благодаря реке Хэйхэ («матушки-реке») почвы стали более плодородными, повышался урожай и качество хлопка. Борьба с наводнениями, снижение ущерба от наводнения и достижение высокого качества урожая также представляет собой нематериальный объект культурного наследия.

Необходимо отметить, что ресурсы хэйлунцзянского нематериального культурного наследия чрезвычайно богаты, а некоторые из них имеют высокие категории и отличную оценку самых авторитетных деятелей культуры в мире: маньчжурская легенда «Шаманство», «Пупин» Чжурчжэни (Сборник легенд и неофициальной истории Чжурчжэни), нингутайская народная литература (Нингута является главной пограничной базой Китая в период династии Цин), «Цзяньчжи» в городе Хайлунь (вырезка из бумаги), «Цзяньчжи» в уезде Фанчжэн (вырезка из бумаги), разноцветные узоры на древних зданиях в уезде Чжаоюань, «Гуацянь» в уезде Ланьси (вид вырезки узоров из бумаги, картины из бересты национальности ороchon, картины из кожи рыб, картины на бересте).

Ежегодно объекты культурного наследия – костюмы из рыбьей кожи национальности Хэчжэ, изделия из шкуры косули национальности Ороchonы, изделия из бересты, резьба по дереву, резьба по агату и т.д. – транслируются на выставке традиционных ремесел Китая. В свою очередь, письменные издания необходимо перенести в электронный вид для удобства поиска и работы с ними [5, с. 70]. В соответствии с 14-м пятилетним планом развития цифровой экономики провинции Хэйлунцзян, разработка программного обеспечения относится к одному из 10 ключевых направлений, наряду с разработкой новых платформ, метавселенных и больших данных. Объекты культурного наследия провинции представляют собой сбор данных, которые необходимо преобразовать в цифровые ресурсы с помощью датчиков, новых дисплеев высокой четкости, компьютеров, виртуальной реальности и иного современного оборудования и технологий. Размещение данных на цифровой платформе позволяет управлять базой данных, хранить, использовать отчеты из источников, обеспечивать удобный поиск, возможность интеграции. Хранение ресурсов

на цифровой платформе позволяет повысить эффективность библиотеки метавселенной и расширить спектр предполагаемых для пользователя услуг [3].

Таким образом, сохранение и распространение больших данных культурного наследия Китая в бассейне реки Хэйлунцзян возможно лишь при использовании метода цифрового восстановления платформы. Электронные ресурсы становятся удобными для пользователей, желающих узнать историю родного края, познакомиться с историей родной страны, уметь переключаться, работать с большими цифровыми данными. Методы цифрового восстановления помогают улучшить работу библиотек метавселенных. Цифровое восстановление древнего культурного наследия позволяет воспроизвести его уникальную систему.

Данная работа публикуется в рамках проекта реформы преподавания высшего образования Хэйхэского университета в 2020 г. на тему «Исследование цифровой реставрации на платформе больших данных на основе качества высшего образования на примере изучения наследования объектов культурного наследия в бассейне Хэйлунцзян». Номер проекта: XJGY202009.

Литература

1. Ван Юйлэй. История Хуанхэ / Ван Юйлэй. – М. : Шанс, 2020. – 203 с.
2. Комчатова, А.Д. Нематериальное культурное наследие: сущность, объекты, формы проявления / А.Д. Комчатова // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2023. – № 1(78). – С. 61–64.
3. Лу Жуцай. Цифровой ковчег наследия / Лу Жуцай // Китай. – 2022. – 12.20 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.kitaichina.com/rwenhua/202301/t20230106_800317750.html.
4. Сюн, Ц. Особенности международной бизнес-коммуникации в сети интернет / Ц. Сюн // Litera. – 2022. – № 1. – С. 26–36. – DOI: 10.25136/2409-8698.2022.1.37365 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=37365.
5. Чжан Сяоли. Исследование художественных изделий из бересты народа ороchon в Китае / Чжан Сяоли // Культура и искусство. – 2023. – № 9. – С. 69–76. – DOI: 10.7256/2454-0625.2023.9.40957 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=40957.

References

1. Van YUjlej. Istoriya Huanhe / Van YUjlej. – M. : SHans, 2020. – 203 s.
2. Komchatova, A.D. Nematerialnoe kulturnoe nasledie: sushchnost, obekty, formy proyavleniya / A.D. Komchatova // Mezhdunarodnyj zhurnal gumanitarnyh i estestvennyh nauk. – 2023. – № 1(78). – S. 61–64.
3. Lu ZHutsaj. TSifrovoj kovcheg naslediya / Lu ZHutsaj // Kitaj. – 2022. – 12.20 [Electronic resource]. – Access mode : http://www.kitaichina.com/rwenhua/202301/t20230106_800317750.html.
4. Syun, TS. Osobennosti mezhdunarodnoj biznes-kommunikatsii v seti internet / TS. Syun // Litera. – 2022. – № 1. – S. 26–36. – DOI: 10.25136/2409-8698.2022.1.37365 [Electronic resource]. – Access mode : https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=37365.
5. CHzhan Syaoli. Issledovanie hudozhestvennyh izdelij iz beresty naroda orochon v

Kitae / CHzhan Syaoli // Kultura i iskusstvo. – 2023. – № 9. – S. 69–76. – DOI: 10.7256/2454-0625.2023.9.40957 [Electronic resource]. – Access mode : https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=40957.

A Study of the Digital Restoration Method of the Big Data Platform on the Example of Cultural Heritage Objects in the Heilongjiang River Basin

Yu Yongming, Wang Luyang, Men Hongxin

*Heihe University,
Heihe (PRC)*

Key words and phrases: objects of intangible cultural heritage; Russia; China; Heilongjiang River basin; digital restoration.

Abstract. This paper explores a research method for the digital restoration of cultural heritage sites in the Heilongjiang River Basin. A comprehensive analysis of digital restoration of cultural heritage objects is presented. The purpose of the article: to study the intangible heritage of the Heilongjiang River Basin and try to transfer it into a digital environment. Objectives: analyze the experience of Chinese and foreign literature exploring cultural heritage sites; characterize; highlight. Hypothesis: ancient objects of cultural studies need digitization of large databases. Methods: descriptive and analytical methods were used when writing the work. Results: Based on the example of the study of the heritage of cultural sites in the Heilongjiang Basin, a relatively complete theoretical and technical system is proposed, which can serve as a basis for the protection of cultural sites in other regions of China. Electronic resources are becoming convenient for users who want to learn the history of their native land, get acquainted with the history of their native country, be able to switch, and work with large digital data. Digital restoration techniques help improve the performance of metaverse libraries. The method of digital restoration of ancient cultural heritage makes it possible to reproduce its unique system.

© Юй Юнмин, Ван Луюан, Мэнь Хунсинь, 2024

УДК 004.62

Сравнительный анализ программного обеспечения для проверки на коллизии

С.Д. Казаков, С.С. Федоров, Д.А. Корнев, А.Г. Этрель

*ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет»,
г. Москва (Россия)*

Ключевые слова и фразы: коллизия; объект капитального строительства; цифровая информационная модель.

Аннотация. Цель исследования – провести сравнительный анализ программного обеспечения, предназначенного для поиска коллизий в информационных моделях объектов капитального строительства в строительной сфере.

Задачей является проведение сравнительного анализа по определенным критериям.

Гипотеза исследования: программы, предназначенные для поиска коллизий в информационных моделях зданий, различаются по своим характеристикам, но имеют одинаковый функционал.

Методом проведенного исследования является тестирование выбранных программных решений на поиски коллизий и их функциональных возможностей.

Результатами исследования являются рекомендации для выбора программного обеспечения для поиска коллизий. Рамками исследования определены четыре рабочие цифровые информационные модели объектов капитального строительства по разделам: архитектурные решения, конструктивные решения и вентиляция.

В рамках реализации государственных программ по переходу на российское программное обеспечение государственных компаний вопрос о проверке информационных моделей становится особенно актуальным, т.к. поиск и устранение коллизий является одним из основных этапов разработки цифровой модели здания.

Своевременное выявление коллизий, их передача проектировщику и устранение является важнейшим инструментом для принятия проектных решений, строительства и эксплуатации объекта [2; 5].

Кроме того, актуальность работы методов проверки информационной модели здания на коллизии обусловлена необходимостью обеспечения безопасности и надежности строительных объектов. Коллизии могут привести к серьезным последствиям, таким как разру-

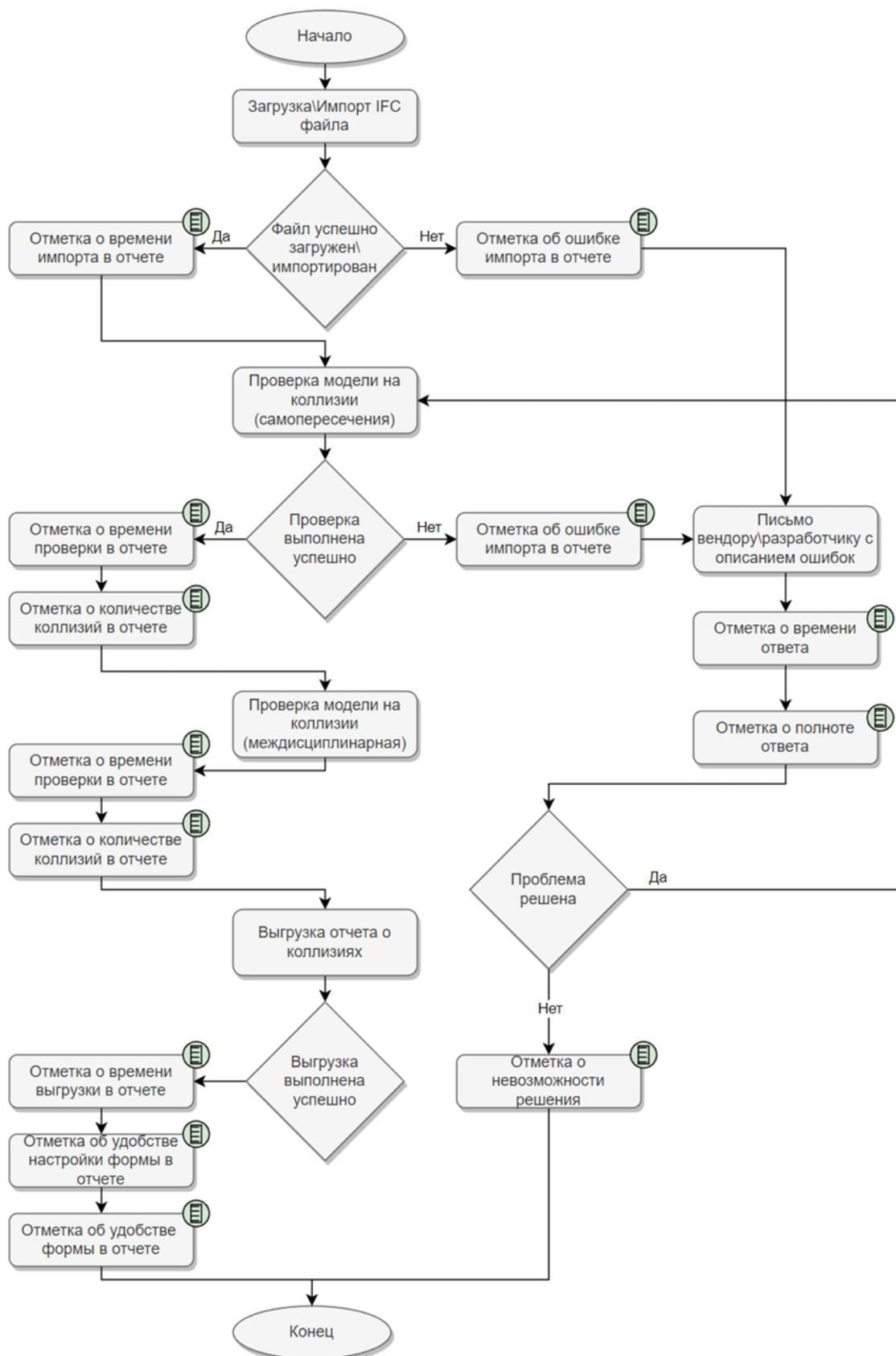


Рис. 1. Схема тестирования

Таблица 1. Основные результаты тестирования

Наименование модели	Размер файла, Мб	Время загрузки/импорта, ЧЧ:ММ:СС	Количество коллизий (самопересечений), шт.	Время проверки на коллизию, ЧЧ:ММ:СС	Время Выгрузки отчета, ЧЧ:ММ:СС	Примечание
CADLib Модель и архив						
GGP_1077-BFU_IVT_AR_R20.ifc	150,2	02:58:00	7568	00:35:00	00:01:00	Условие проверки – пересечение более 5 мм;
GGP_1077_BFU_IVT_KR_R20.ifc	22,4	00:19:00	1162	00:05:00	00:01:00	Условия проверки – пересечение более 5 мм;
GGP_1077-BFU_IVT_OVV_R20.ifc	59,5	00:06:00	416	00:05:00	00:01:00	(без изоляции) Условия проверки – пересечение более 5 мм;
1284-СПХ-ПД-КПА-М3-АР-ΖΖ-001.ifc	624	–	–	–	–	Экстренная остановка импорта без предоставления отчета об ошибке
Pilot-BIM						
GGP_1077-BFU_IVT_AR_R20.ifc	150	00:03:01	8745	00:54:11	00:01:00	Допуск коллизии 5 мм Объектов: 16864
GGP_1077_BFU_IVT_KR_R20.ifc	22,5	00:00:33	1132	00:01:52	00:01:00	Допуск коллизии 5 мм. Объектов: 2615
GGP_1077-BFU_IVT_OVV_R20.ifc	59,5	00:00:50	478	00:01:56	00:01:00	Допуск коллизии 5 мм. Объектов: 4511
1284-СПХ-ПД-КПА-М3-АР-ΖΖ-001.ifc	624	00:06:04	11938	00:24:46	00:01:00	Допуск коллизии 5 мм. Объектов: 17934
Larix Manager						
GGP_1077-BFU_IVT_AR_R20.ifc	150	00:01:54	6282	00:25:39	00:03:20	Допуск коллизии 5 мм
GGP_1077_BFU_IVT_KR_R20.ifc	22,5	–	–	–	–	Импорт приводит к завершению приложения
GGP_1077-BFU_IVT_OVV_R20.ifc	59,5	00:00:32	182	00:01:24	00:01:07	Допуск коллизии 5 мм
1284-СПХ-ПД-КПА-М3-АР-ΖΖ-001.ifc	624	00:02:56	–	–	–	Проверка приводит к завершению приложения
Navisworks						
GGP_1077-BFU_IVT_AR_R20.ifc	150	00:22:29	5685	00:00:04	00:05:54	Допуск коллизии 5 мм
GGP_1077_BFU_IVT_KR_R20.ifc	22,5	00:03:43	1089	00:00:03	00:00:51	Допуск коллизии 5 мм
GGP_1077-BFU_IVT_OVV_R20.ifc	59,5	00:03:11	320	00:00:03	00:00:19	Допуск коллизии 5 мм
1284-СПХ-ПД-КПА-М3-АР-ΖΖ-001.ifc	624	01:06:10	6444	00:00:04	00:00:06	Допуск коллизии 5 мм.

Таблица 2. Сравнение по критериям

ПО \ Критерий	Работа с IFC	Проверка коллизий	Выгрузка отчета о коллизиях	Настройка отчета	Пакетная проверка коллизий	Пакетная выгрузка отчетов	Сохранение настроек сеанса	Тип приложения	API
CADLib Модель и архив	+	+	+	+	+	+	+	Клиент-серверное	+
Pilot-BIM	+	+	+	+	-	-	+	Клиент-серверное	-
Larix	+	+	+	+	-	+	+	Десктопное	-
Navisworks	+	+	+	+	+	+	+	Десктопное	+

шение здания, травмы людей и экологические проблемы. Поэтому важно проводить проверку моделей на коллизии на всех этапах проектирования и строительства [6; 7].

Использование информационных моделей и методов проверки на коллизии позволяет сократить время и затраты на строительство, а также повысить качество и эффективность работы [1; 3; 4; 8].

Методы проверки файлов моделей в открытом формате .ifc на коллизии приведены на рис. 1.

Результаты проведенного исследования представлены в табл. 1 и 2.

Результаты проведенного исследования позволили сравнить программные продукты по основным функциональным критериям для поиска коллизий в цифровых информационных моделях. Анализ показал различное количество выявленных коллизий. Результаты проведенного анализа могут быть применены для дальнейших исследований в области цифрового информационного моделирования, а также могут быть полезны разработчикам программного обеспечения, которые могут их использовать для улучшения своих продуктов. Исследование может быть полезным в практической деятельности при выборе того или иного программного продукта.

В результате проведенного анализа были выявлены сходства и различия между российскими программными продуктами в области информационного моделирования. Некоторые из них показали высокую точность и надежность при проверке моделей на коллизии и соответствие отечественным стандартам. Однако каждый продукт имеет свои особенности и преимущества, которые необходимо учитывать при выборе оптимального решения для конкретного проекта.

Литература

1. Афлятунова, А.Р. Обоснование необходимости использования BIM-технологий с целью повышения эффективности строительных процессов / А.Р. Афлятунова, Ю.В. Федорова, А.С. Чурсина // Цифровая трансформация промышленности: тенденции и перспективы : сборник научных трудов по материалам 2-й Всероссийской научно-практической конференции. – М., 2022. – С. 338–342.

2. Дяченко, Б.В. Технологии информационного моделирования: проблемы и перспективы в решении / Б.В. Дяченко // Актуальные проблемы общества, экономики и права в контексте глобальных вызовов : сборник материалов XIX Международной научно-практической конференции. – СПб., 2023. – С. 140–143.

3. Железнов, М. Концепция информационного моделирования объектов железнодорожной инфраструктуры на этапах жизненного цикла / М. Железнов, Л. Адамцевич, А. Рыбакова // Информационные ресурсы России. – 2022. – № 4(188). – С. 12–23.

4. Железнов, М.М. Методология мониторинга плотин в течение их жизненного цикла в Республике Ирак на основе цифровых методов инженерных изысканий и информационного моделирования / М.М. Железнов, Х. Аль-Дами // Строительство и архитектура. – 2022. – Т. 10. – № 2. – С. 111–115.

References

1. Aflyatunova, A.R. Obosnovanie neobходимosti ispolzovaniya bim-tekhnologij s tselyu povysheniya effektivnosti stroitelnyh protsessov / A.R. Aflyatunova, YU.V. Fedorova, A.S. CHursina // TSifrovaya transformatsiya promyshlennosti: tendentsii i perspektivy : sbornik nauchnyh trudov po materialam 2-j Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferentsii. – M., 2022. – S. 338–342.

2. Dyachenko, B.V. Tekhnologii informatsionnogo modelirovaniya: problemy i perspektivy v reshenii / B.V. Dyachenko // Aktualnye problemy obshchestva, ekonomiki i prava v kontekste globalnyh vyzovov : sbornik materialov XIX Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii. – SPb., 2023. – S. 140–143.

3. ZHeleznov, M. Kontsepsiya informatsionnogo modelirovaniya obektov zheleznodorozhnoj infrastruktury na etapah zhiznennogo tsikla / M. ZHeleznov, L. Adamtsevich, A. Rybakova // Informatsionnye resursy Rossii. – 2022. – № 4(188). – S. 12–23.

4. ZHeleznov, M.M. Metodologiya monitoringa plotin v techenie ih zhiznennogo tsikla v Respublike Irak na osnove tsifrovyyh metodov inzhenernyh izyskanij i informatsionnogo modelirovaniya / M.M. ZHeleznov, H. Al-Dami // Stroitelstvo i arhitektura. – 2022. – Т. 10. – № 2. – S. 111–115.

Comparative Analysis of Software for Searching Collisions in Information Models

S.S. Fedorov, D.A. Kornev, A.G. Etrek

*National Research Moscow State University of Civil Engineering,
Moscow (Russia)*

Key words and phrases: collision; capital construction object; digital information model.

Abstract. The purpose of the study is to conduct a comparative analysis of software designed to search for collisions in information models of capital construction objects in the construction industry.

The task is to make a comparative analysis according to certain criteria.

The hypothesis that all programs designed to search for collisions in building information models are similar in their basic characteristics, but differ in certain parameters.

The results achieved are to formulate conclusions and recommendations for the selection of collision search software depending on the needs of the construction company.

© С.Д. Казаков, С.С. Федоров, Д.А. Корнев, А.Г. Этрель, 2024

УДК 004.62

Частотный анализ проектной цифровой информационной модели учебного корпуса

С.Д. Казаков, С.С. Федоров, Д.А. Корнев, Р.А. Гатиатуллина

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», г. Москва (Россия)

Ключевые слова и фразы: автоматизация; анализ; библиотеки компонентов; информационное моделирование; объект капитального строительства; строительство; цифровая информационная модель; элементы цифровой информационной модели; BIM-технологии.

Аннотация. Целью работы является выполнение автоматизированного частотного анализа существующей цифровой информационной модели (ЦИМ) здания. Задачи: определение частоты появления компонентов ЦИМ; оценка и интерпретация полученных данных. Гипотеза исследования: возможность использования результатов исследования для разработки, улучшения и расширения многопользовательских библиотек компонентов ЦИМ. Методы исследования: моделирование, сбор, анализ, синтез и систематизация. В результате выполнения работы был сформирован предварительный список строительных изделий и материалов, подлежащих включению в тестовую очередь разработки.

Управление объектами капитального строительства через цифровые информационные модели (ЦИМ) постепенно переходит в обязательное требование при реализации проектов строительства. Возникает необходимость повышения точности компонентов ЦИМ, входящих в состав элементов, формирующих модель здания. Библиотеки компонентов ЦИМ представляют собой каталог стандартизированных компонентов, применение которых оптимизирует процесс проектирования и строительства, позволяет создавать более полные и легко адаптируемые модели объектов капитального строительства, ускоряет сроки проекта, способствует принятию оперативных решений в течение жизненного цикла здания.

Качественно разработанная и обширная библиотека компонентов цифровой информационной модели вносит существенный вклад в успех инвестиционно-строительного проекта, разработанного с помощью BIM-технологий [5].

Архитекторы и проектировщики получают возможность повторного использования элементов, прошедших многократную проверку и разработанных по общим правилам, внутренним требованиям и регламентам организации [2; 3; 6]. Создание библиотек производителей строительных материалов и конструкций является эффективным инстру-

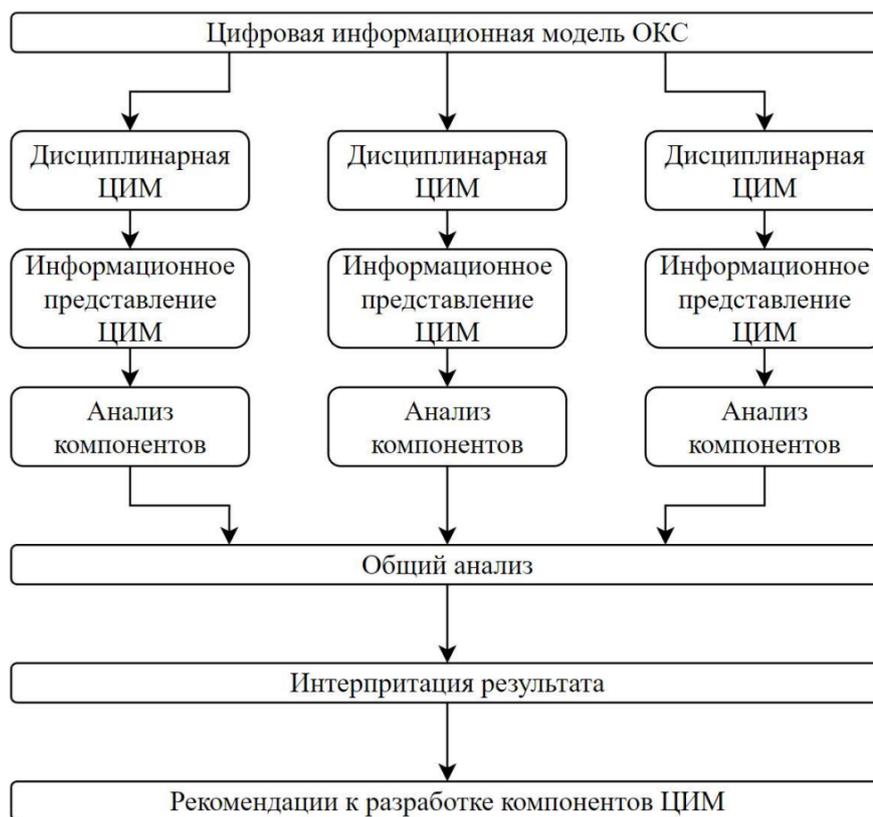


Рис. 1. Методологическая схема исследования

ментом маркетинга, способствующим продвижению продукции на рынке и повышающим конкурентоспособность компании.

Доступ к предварительно смоделированным компонентам ЦИМ увеличивает скорость разработки проекта при больших объемах работ, обеспечивает эффективное сотрудничество участников строительства [4], сокращает количество ошибок и несоответствий внутри модели.

Исследование проведено согласно методологической схеме на рис. 1.

На первом этапе, согласно дисциплинарной ЦИМ, содержащей элементы, относящиеся к выделенной архитектурной, конструктивной, функционально технологической или инженерно-технической системе, для исследования назначаются виды ЦИМ. Определяется состав компонентов информационной модели, их информационное наполнение (физические и функциональные, а также графические характеристики) [7; 8].

Далее производится анализ по двум критериям оценки. Первый критерий устанавливает количество экземпляров компонентов ЦИМ и интерпретируется как частота использования компонента в проекте. По второму критерию определяется количество типов компонентов ЦИМ. Этот критерий может быть интерпретирован как частота использования проектировщиками базы данных компонентов.

Техническое заключение анализа компонентов цифровых информационных моделей по каждому из критериев приведено на рис. 2.

Получено процентное соотношение строительных изделий и материалов, входящих в состав ЦИМ.

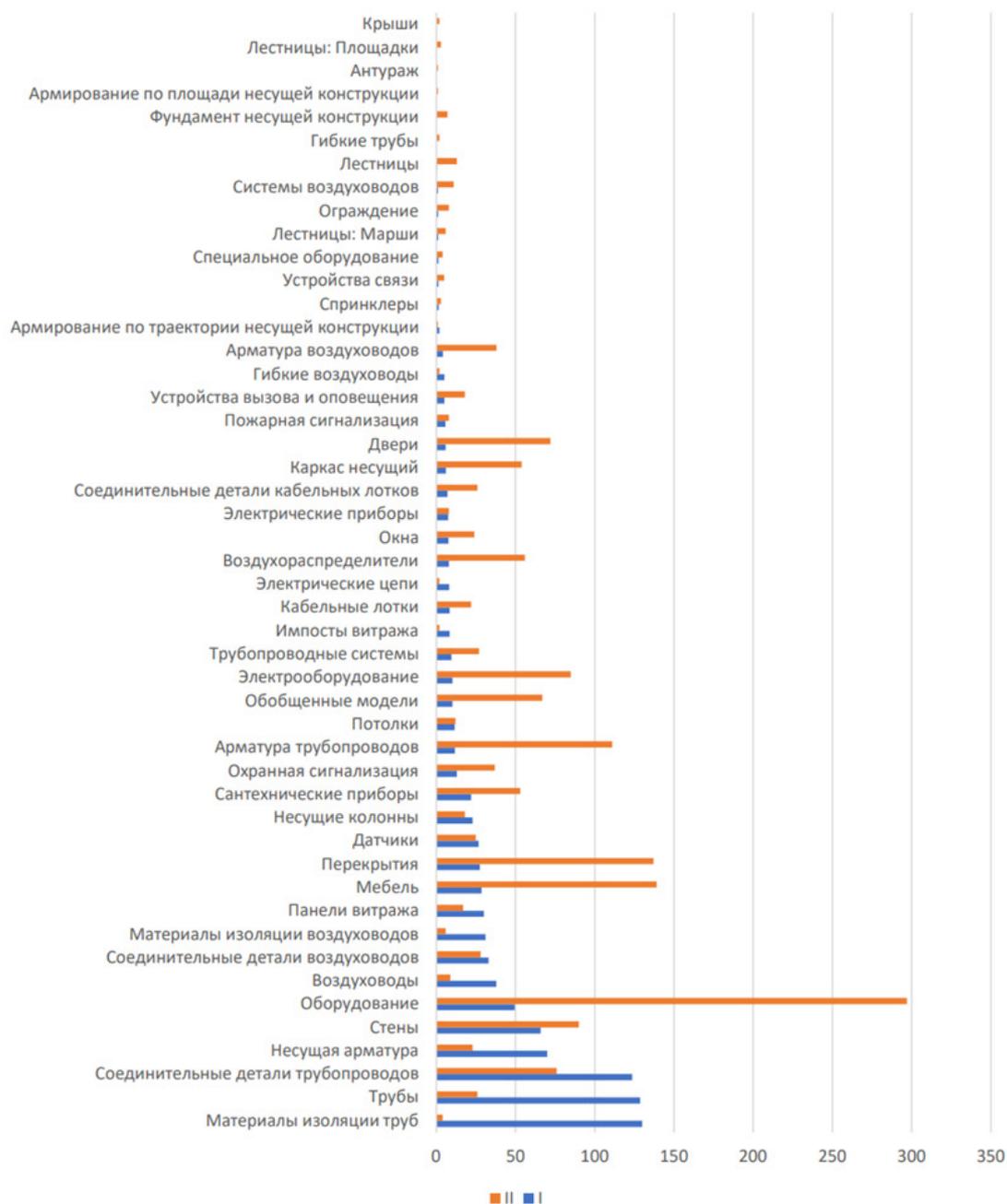


Рис. 2. Сводная таблица по I и II критериям

В результате предварительного анализа цифровых информационных моделей объектов капитального строительства было выявлено преобладание среди наименований компонентов ЦИМ изделий для инженерных и технологических систем.

Результаты проделанной работы:

- 1) выполнен частотный анализ цифровой информационной модели объекта капитального строительства по выгруженным данным из Autodesk Revit в MS Excel;
- 2) определено количество компонентов в составе ЦИМ по двум критериям и выявлено наиболее часто встречаемое наименование;
- 3) получена информация для дальнейшей разработки компонентов цифровых инфор-



Рис. 3. Диаграмма состава ЦИМ

мационных моделей и формирования библиотек.

Литература

1. Баженов, В.К. К вопросу создания сводной информационной модели объекта капитального строительства / В.К. Баженов, М.А. Червонцева // Вестник МИТУ-МАСИ. – 2022. – № 1. – С. 19–22.
2. Железнов, М.М. Развитие инфраструктуры железнодорожного транспорта с использованием технологий информационного моделирования (BIM) и больших данных (big data): обзор / М.М. Железнов, Л.А. Адамцевич // Строительство и архитектура. – 2022. – Т. 10. – № 2. – С. 61–65.
3. Железнов, М.М. Обработка замечаний экспертизы с использованием Среда Общих Данных (СОД) / М.М. Железнов, С.Д. Казаков // Строительство и архитектура. – 2023. – № 1. – С. 11.
4. Каракозова, И.В. Создание информационной среды для объектов строительства / И.В. Каракозова, Ю.С. Прохорова // Экономика и управление. – 2021. – № 12(194).

References

1. Bazhenov, V.K. K voprosu sozdaniya svodnoj informatsionnoj modeli obekta kapitalnogo stroitelstva / V.K. Bazhenov, M.A. Chervontseva // Vestnik MITU-MASI. – 2022. – № 1. – S. 19–22.
2. ZHeleznov, M.M. Razvitie infrastruktury zheleznodorozhnogo transporta s ispolzovaniem tekhnologij informatsionnogo modelirovaniya (BIM) i bolshih dannyh (big data): obzor / M.M. ZHeleznov, L.A. Adamtsevich // Stroitelstvo i arhitektura. – 2022. – T. 10. – № 2. – S. 61–65.
3. ZHeleznov, M.M. Obrabotka zamechanij ekspertizy s ispolzovaniem Sredy Obshchih Dannyh (SOD) / M.M. ZHeleznov, S.D. Kazakov // Stroitelstvo i arhitektura. – 2023. – № 1. – S. 11.
4. Karakozova, I.V. Sozdanie informatsionnoj sredy dlya obektov stroitelstva / I.V. Karakozova, YU.S. Prohorova // Ekonomika i upravlenie. – 2021. – № 12(194).

Frequency Analysis of the Educational Building's Digital Information Design Model

С.Д. Казаков, S.S. Fedorov, D.A. Kornev, R.A. Gatiatullina

*National Research Moscow State University of Civil Engineering,
Moscow (Russia)*

Key words and phrases: digital information model; capital construction object; automation; construction; component libraries; information modeling; analysis; BIM technologies; elements.

Abstract. The purpose of the study is to carry out an automated frequency analysis of the building's existing digital information model. Objectives: determining the frequency of occurrence of DIM components; evaluation and interpretation of obtained data. Hypothesis of the study: the possibility of using the results of the study to develop, improve and expand multi-user libraries of DIM components. Research methods: modeling, collection, analysis, synthesis and systematization. The work resulted in a preliminary list of building products and materials to be included in the development test queue.

© С.Д. Казаков, С.С. Федоров, Д.А. Корнев, Р.А. Гатиатуллина, 2024

УДК 539.3

Оценка погрешности измерений при определении механического сопротивления образцов кирпича методом одноосного испытания на прочность при сжатии

Л.И. Мучкинова, В.Л. Савич, К.С. Отев

ФГБОУ ВО «Ухтинский государственный
технический университет»,
г. Ухта (Россия)

Ключевые слова и фразы: производство глиняного кирпича; прочность на одноосное сжатие; стандартная неопределенность.

Аннотация. В статье рассматривается методика оценки неопределенности измерений при испытании глиняного кирпича, являющегося одним из важнейших строительных материалов. Контроль качества глиняного кирпича имеет первостепенное значение для повышения качества инженерных работ в строительстве. В работе проводились исследования на прочность при сжатии с целью определения его механической стойкости и пригодности для строительных работ. В результате получена измерительная модель, которая может использоваться при проведении испытаний на одноосное сжатие с высокой точностью.

Глиняные кирпичи являются старейшими строительными материалами в мире и до сих пор пользуются огромной популярностью. Их используют для строительства жилых домов, общественных зданий, а также для множества архитектурных объектов разных стилей. На сегодняшний день качество кирпича для строительных работ проверяется различными видами инспекционных служб и включает испытание на прочность при сжатии, испытание на твердость, анализ структуры кирпича, наличия растворимых солей и др. Представленная работа сосредоточена на испытании кирпичей на прочность при сжатии с целью определения их механической прочности и пригодности для строительных работ. Одним из основных и наиболее используемых методов испытаний, выполняемых на образцах кирпича, является определение прочности на одноосное сжатие [6].

Методика измерений. Испытания проводились согласно ГОСТ Р 58527-2019 «Материалы стеновые. Методы определения пределов прочности при сжатии и изгибе» [3]. Установка для определения прочности при одноосном сжатии находится в лаборатории на базе кафедры механики Ухтинского государственного технического университета (рис. 1).

Изменение положения сжимающей нагрузки на глиняный кирпич проводилось с помощью сервогидравлического привода пресса МС-1000. Измерения нагрузки и смещения



Рис. 1. Испытательная установка для испытания глиняного кирпича на сжатие

Таблица 1. Сводные результаты испытаний глиняных кирпичей

№	Усилие, Н	Длина, мм	Ширина, мм
1	138865,8	249	120
2	138592,2	250	119
3	138593,0	250	120
4	138592,8	250	121
5	138948,0	249	120
6	138048,4	250	120
7	138487,0	249	121
8	138762,4	249	119
9	138079,0	249	119
10	138072,0	249	121

регистрировались в режиме реального времени с использованием программного обеспечения установки. Функция испытательной установки на одноосное сжатие заключается в приложении нагрузки к площади поверхности материалов, которые будут подвергаться испытанию. Нагрузочная рама обеспечивает устойчивость, необходимую для получения точных результатов испытаний. Предварительно было проведено небольшое количество косвенных испытаний на прочность и сжатие, главным образом для того, чтобы обеспечить возможность проведения испытаний материалов для контроля качества на месте [3].

На установке было испытано 10 образцов полнотелого одинарного глиняного кирпича популярного местного производителя для определения его механической прочности. Изготовленные глиняные кирпичи имели ориентировочную длину, ширину и высоту 250, 120 и 65 мм соответственно. На предприятии кирпичи изготавливаются согласно ГОСТ 530-2012 «Кирпич и камень керамические. Общие технические условия» [2].

При измерениях глиняные кирпичи помещались между двумя пластинами, которые распределяли приложенную нагрузку по всей площади поверхности двух противоположных сторон испытываемого образца, а затем пластины сжимались. Прочность испытываемого

мых образцов на одноосное сжатие была рассчитана путем деления максимальной сжимающей нагрузки на образец на начальную площадь поперечного сечения. Результаты испытаний и размеры образцов приведены в табл. 1.

Неопределенность прочности на одноосное сжатие. Прочность на одноосное сжатие – это величина, косвенно определяемая путем измерения, которая зависит от силы, приложенной к образцу. Напряжение образца σ одноосной прочности на сжатие оценивается как отношение максимальной приложенной силы F_{max} к площади поперечного сечения образца A в начале испытания в соответствии с уравнением (1) [4]:

$$\sigma = \frac{F_{max}}{A}. \quad (1)$$

В соответствии с уравнением (1), неопределенность измерения напряжения будет зависеть от неопределенности силы и неопределенности площади поперечного сечения. Руководство по выражению неопределенности измерений использовалось для установления общих правил определения источников неопределенности и оценки неопределенности измерений [7]. Перед началом оценки неопределенности модель измерения прочности на одноосное сжатие была определена с учетом источников влияния неопределенности, которые можно выразить следующим образом [5; 7]:

$$y = x + K_{F1} + K_{F2} + K_{F3} + K_{F4} + K_{F5} + K_{F6} + K_{F7} + K_A, \quad (2)$$

где x – измеренное значение прочности на одноосное сжатие; K_{F1} – поправка, полученная в результате калибровки установки для испытания на одноосное сжатие; K_{F2} – поправка, возникающая из-за скорости приложения нагрузки при испытании образца; K_{F3} – поправка, возникающая в результате сохранения влияния условий на сопротивление сжатия образца; K_{F4} – поправка, возникающая из-за влияния плоскостности на сопротивление образца сжатию; K_{F5} – поправка на угол наклона плоскости поверхности между сторонами; K_{F6} – поправка, возникающая из-за центрирования образца; K_{F7} – поправка, основанная на считывании нагрузки; K_A – поправка, возникающая в результате расчета площади поперечного сечения образца.

Основываясь на законе распространения неопределенности и неопределенности входных величин оценим комбинированную неопределенность [1]:

$$u_c^2(y) = \sum_{i=1}^n \left(\frac{df}{dx}\right)^2 \cdot u^2(x_i), \quad (3)$$

где $u(x_i)$ – стандартная неопределенность входных данных величины; $c_i = df/dx$ – коэффициент чувствительности.

В зависимости от входных величин совокупная неопределенность может быть выражена следующим образом:

$$u_c^2(y) = c_1^2 \cdot u_{F1}^2 + c_2^2 \cdot u_{F2}^2 + c_3^2 \cdot u_{F3}^2 + c_4^2 \cdot u_{F4}^2 + c_5^2 \cdot u_{F5}^2 + c_6^2 \cdot u_{F6}^2 + c_7^2 \cdot u_{F7}^2 + c_8^2 \cdot u_{F8}^2, \quad (4)$$

где u_{F1} – неопределенность калибровки одноосного соединения для измерения прочности на сжатие; u_{F2} – неопределенность нормы внесения нагрузки для испытания образца;

u_{F3} – неопределенность влияния условий сопротивления на сжатие образца; u_{F4} – неопределенность эффекта плоскостности от сопротивления сжатия образца; u_{F5} – неопределенность относительно угла поверхности плоскости между сторонами; u_{F6} – неопределенность центрирования образца; u_{F7} – стандартная неопределенность показаний приложенной нагрузки; u_{F8} – стандартная неопределенность расчета площади поперечного сечения образца.

В качестве вклада в неопределенность калибровки, используются технические характеристики станка для определения прочности на одноосное сжатие:

$$u_{F1} = \sqrt{\left(\frac{U_{F1}}{k}\right)^2 + \left(\frac{F_A}{\sqrt{3}}\right)^2}, \quad (5)$$

где u_{F1} – расширенная погрешность калибровки машины, соответствующая 250 Н при коэффициенте $k = 2$; F_A – шкала испытательного устройства, соответствующая 1000 Н.

Поскольку затруднительно более точно количественно оценить влияние скорости приложения нагрузки на образец испытания, для упрощения в технической документации предложено оценку неопределенности выразить следующим образом:

$$u_{F2} = 2\% \cdot F_{\max} = \frac{2 \cdot F_{\max}}{100}, \quad (6)$$

где F_{\max} – максимальная сила, приложенная к образцу глиняного кирпича. Аналогичные допущения были использованы для оценки других источников неопределенности, которые могут быть выражены следующим образом:

$$u_{F3} = 1,5\% \cdot F_{\max} = \frac{1,5 \cdot F_{\max}}{100}, \quad (7)$$

$$u_{F4} = 1,5\% \cdot F_{\max} = \frac{1,5 \cdot F_{\max}}{100}, \quad (8)$$

$$u_{F5} = 0,1\% \cdot F_{\max} = \frac{0,1 \cdot F_{\max}}{100}, \quad (9)$$

$$u_{F6} = 0,5\% \cdot F_{\max} = \frac{0,5 \cdot F_{\max}}{100}. \quad (10)$$

Стандартная неопределенность, обусловленная считыванием показаний приложенной нагрузки, рассчитывается как стандартное отклонение показаний, приложенных S_{F7} , выражаемое следующим образом:

$$u_{F7}^2 = \frac{S_{F7}^2}{n} = \frac{1}{n-1} \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x_m)^2}{n}, \quad (11)$$

где n – полный набор значений измерений; x_i – значение индивидуального измерения; x_m – арифметическое среднее значение индивидуальных измерений.

Стандартная неопределенность, обусловленная считыванием показаний площади по-

перечного сечения образца u_A , выражается следующим образом:

$$u_A^2 = x_W^2 \cdot u_L^2 + x_L^2 \cdot u_W^2, \quad (12)$$

где x_W и x_L – значения ширины и длины для расчета площади поперечного сечения образца, которые можно оценить следующим образом:

$$x_W^2 = \omega_m^2 + \Delta_\omega^2, \quad (13)$$

$$x_L^2 = l_m^2 + \Delta_l^2, \quad (14)$$

где l_m – среднее значение длины; ω_m – среднее значение ширины; Δ_l – поправка на показания длины; Δ_ω – поправка на показания ширины, $\Delta_l = \Delta_\omega = 0$.

Стандартные значения неопределенности длины u_l и ширины u_W оцениваются следующим образом:

$$u_L^2 = u_l^2 + u_{\Delta l}^2, \quad (15)$$

$$u_W^2 = u_\omega^2 + u_{\Delta \omega}^2, \quad (16)$$

где u_l и u_W – стандартные отклонения показаний длины и ширины соответственно, а $u_{\Delta l}$ и $u_{\Delta \omega}$ – относительные неопределенности длины и ширины соответственно, которые равны $u_{\Delta l} = u_{\Delta \omega} = 0,05$ мм.

Окончательную оценку неопределенности по уравнению (12) можно выразить уравнением (17):

$$u_A^2 = (\omega_m + \Delta_\omega)^2 \cdot (u_l + u_{\Delta l})^2 + (l_m + \Delta_l)^2 \cdot (u_W + u_{\Delta \omega})^2. \quad (17)$$

Коэффициент чувствительности приложенной силы и площадь сечения были рассчитаны по уравнению (1).

В итоге появляется возможность оценить комбинированный стандарт неопределенности согласно уравнению (6), расширенная неопределенность U получается путем умножения на коэффициент охвата $k = 2$, выраженный в следующем уравнении [5]:

$$U = k \cdot u_c(y). \quad (18)$$

Используя приведенные выше уравнения, просуммируем в табл. 2 все источники неопределенностей.

Таким образом, оценка результатов испытания образца на прочность при одноосном сжатии показала, что расширенная неопределенность составила 0,28 Н/мм² (расчетное значение). Как видно из таблицы, более крупные компоненты неопределенности возникают в зависимости от скорости приложения нагрузки при испытании образца, влияния плоскостности на сопротивление сжатию образца и центрирования образца.

Наличие сложностей с более точной количественной оценкой влияния скорости приложения нагрузки на испытание образца, влияния условий сохранения на сопротивление сжатию образца и влияния плоскостности на сопротивление сжатию образца оказали

Таблица 2. Источники неопределенностей, связанных с их значениями

Источники неопределенностей	Обозначение	Стандартная неопределенность, u_i	Вероятностное распределение	Коэффициент чувствительности, c_i , 1/мм ²	Вклад неопределенности, Н/мм ²
Калибровка, Н	u_{F1}	590,4	прямоугольный	$1,61 \cdot 10^{-5}$	$9,49 \cdot 10^{-3}$
Коэффициент приложения нагрузки, Н	u_{F2}	2778,9	прямоугольный	$1,61 \cdot 10^{-5}$	$4,46 \cdot 10^{-2}$
Влияние условий сохранения образца, Н	u_{F3}	2084,2	прямоугольный	$1,61 \cdot 10^{-5}$	$3,35 \cdot 10^{-2}$
Эффект плоскостности, Н	u_{F4}	2084,2	прямоугольный	$1,61 \cdot 10^{-5}$	$3,35 \cdot 10^{-2}$
Угол наклона плоскости поверхности, Н	u_{F5}	138,9	прямоугольный	$1,61 \cdot 10^{-5}$	$2,23 \cdot 10^{-3}$
Центрирование образца, Н	u_{F6}	694,7	прямоугольный	$1,61 \cdot 10^{-5}$	$1,11 \cdot 10^{-2}$
Значение приложенной силы, Н	u_{F7}	105,1	нормальный	$1,61 \cdot 10^{-5}$	$1,69 \cdot 10^{-3}$
Показания площади образца, мм ²	u_{F8}	73,4	нормальный	$3,59 \cdot 10^{-5}$, Н/мм ⁴	$2,64 \cdot 10^{-3}$
Совокупная неопределенность	$U_c (y)$				0,139
Расширенная неопределенность	U				0,278

влияние на результаты измерения неопределенности. Центрирование ручным способом образца также повлияло на результаты измерения неопределенности результатов. Следовательно, дальнейший вектор исследований будет сосредоточен на снижении составляющих неопределенности.

Таким образом, в работе описывается метод измерения и дана оценка результатов расчетов или оценки неопределенностей, полученных при испытаниях образцов из глиняного кирпича. Улучшение качества производства глиняного кирпича может быть получено путем оценки неопределенности измерений. Полученная измерительная модель может использоваться для производства большинства типов прямоугольного глиняного кирпича, испытываемых с помощью подобных машин для одноосного сжатия с хорошей точностью.

Литература

- ГОСТ 34100.3.1-2017. Руководство по выражению неопределенности измерений. Дополнение 1. Трансформирование распределений с использованием метода Монте-Карло. – Введ. 01.09.2018. – М. : Стандартинформ, 2021. – 86 с.

2. ГОСТ 530-2012. Кирпич и камень керамические. Общие технические условия // Справочно-правовая система Техэксперт [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://docs.cntd.ru/document/1200100260>.

3. ГОСТ Р 58527-2019. Материалы стеновые. Методы определения пределов прочности при сжатии и изгибе // Справочно-правовая система Техэксперт [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://docs.cntd.ru/document/1200167836>.

4. Дарков, А.В. Сопротивление материалов : учебник; 5-е изд., перераб. и доп. / А.В. Дарков, В.С. Шпиро. – М. : Высшая школа, 1989. – 622 с.

5. Захаров, И.П. Теория неопределенности в измерениях : учеб. пособие / И.П. Захаров, Б.Д. Кукуш. – Харьков : Консум, 2002. – 256 с.

6. Кашкаев, И.С. Производство глиняного кирпича / И.С. Кашкаев, Е.Ш. Шейнман. – М., 1978. – 248 с.

7. Руководству по выражению неопределенности измерения и сопутствующим документам. Оценивание данных измерений / Пер. с англ. под науч. ред. д.т.н., проф. В.А. Слаева, д.т.н. А.Г. Чуновкиной. – СПб. : Профессинал, 2011. – 58 с.

References

1. GOST 34100.3.1-2017. Rukovodstvo po vyrazheniyu neopredelennosti izmerenij. Dopolnenie 1. Transformirovanie raspredelenij s ispolzovaniem metoda Monte-Karlo. – Vved. 01.09.2018. – М. : Standartinform, 2021. – 86 s.

2. GOST 530-2012. Kirpich i kamen keramicheskie. Obshchie tekhnicheskie usloviya // Spravochno-pravovaya sistema Tekhekspert [Electronic resource]. – Access mode : <https://docs.cntd.ru/document/1200100260>.

3. GOST R 58527-2019. Materialy stenovye. Metody opredeleniya predelov prochnosti pri szhatii i izgibe // Spravochno-pravovaya sistema Tekhekspert [Electronic resource]. – Access mode : <https://docs.cntd.ru/document/1200167836>.

4. Darkov, A.V. Soprotivlenie materialov : uchebnik; 5-e izd., pererab. i dop. / A.V. Darkov, V.S. SHpiro. – М. : Vysshaya shkola, 1989. – 622 s.

5. Zaharov, I.P. Teoriya neopredelennosti v izmereniyah : ucheb. posobie / I.L. Zaharov, B.D. Kukush. – Harkov : Konsum, 2002. – 256 s.

6. Kashkaev, I.S. Proizvodstvo glinyanogo kirpicha / I.S. Kashkaev, E.SH. SHEjnman. – М., 1978. – 248 s.

7. Rukovodstvu po vyrazheniyu neopredelennosti izmereniya i soputstvuyushchim dokumentam. Otsenivanie dannyh izmerenij / Per. s angl. pod nauch. red. d.t.n., prof. V.A. Slaeva, d.t.n. A.G. CHunovkinoy. – SPb. : Professional, 2011. – 58 s.

Estimation of Measurement Error in Determining the Mechanical Resistance of Brick Samples by Uniaxial Compressive Strength Test

L.I. Muchkinova, V.L. Savich, K.S. Otev

Ukhta State Technical University, Ukhta (Russia)

Key words and phrases: clay brick production; uniaxial compression strength; error; standard uncertainty.

Abstract. The article discusses the methodology for estimating the uncertainty of measurements when testing clay bricks, which is one of the most important building materials that directly affects the quality of construction. Quality control of clay bricks is of paramount importance to improve the quality of engineering work in construction. The work carried out studies on compressive strength in order to determine its mechanical resistance and suitability for construction work. As a result, a measuring model has been obtained that can be used to perform uniaxial compression tests with high accuracy.

© Л.И. Мучкинова, В.Л. Савич, К.С. Отев, 2024

УДК 51.77

Математическое моделирование решения сетевой задачи

И.В. Зайцева, А.А. Филимонов, Е.М. Пучкова, А.А. Демчук

*ФГБОУ ВО «Российский государственный
гидрометеорологический университет»,*

г. Санкт-Петербурге (Россия);

Ставропольский филиал

ФГКОУ ВО «Краснодарский университет

Министерства внутренних дел Российской Федерации»,

г. Ставрополь (Россия);

ГАОУ ВО «Невинномысский государственный

гуманитарно-технический институт»,

г. Невинномысск (Россия);

ФГКВООУ ВО «Военный учебно-научный центр

*Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия
имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»,*

г. Воронеж (Россия)

Ключевые слова и фразы: математическое моделирование; поток; сети; синтез.

Аннотация. В данной статье рассматриваются математические модели задачи, в которой требуется построить коммуникационную сеть, соединяющую один заданный источник с множеством потребителей при условии, что затраты на создание каждого участка такой сети определяются кусочно-линейной неубывающей функцией от потока по этому участку. Данная задача сводится к задаче частично-целочисленного линейного программирования на орграфе с параллельными дугами, у которых начала и концы одинаковы. Целью работы является разработка математической модели решения задачи синтеза сетей с одним источником. Задачи работы: математическая формализация процесса синтеза сетей с одним источником; применение алгоритмов построения приближенного тупикового решения. Проводимое математическое моделирование решения задачи относится к результатам работы.

При проектировании разного рода сетей некоторых классов и в ряде других ситуаций возникают задачи, в которых требуется построить коммуникационную сеть минимальной стоимости, соединяющую заданный источник с множеством потребителей при условии, что затраты на создание каждого участка такой сети определяются кусочно-линейной не-

убывающей функцией от потока по этому участку. Рассмотрим математическую модель решения подобной задачи. Пусть $G(V, E)$ будет орграф, каждой дуге $(i, j) \in E$ которого сопоставлена кусочно-линейная неотрицательная неубывающая функция $f_{ij}(y_{ij})$, где y_{ij} – неизвестный поток по дуге y_{ij} , а каждой вершине $i \in V \setminus \{0\}$ поставлена в соответствие потребность $B_i \geq 0$, где вершина 0 является источником [1]. Таким образом, в данных обозначениях требуется найти:

$$\min \sum_{(i,j) \in E} f_{ij}(y_{ij}) \quad (1)$$

при ограничениях

$$\sum_{i \in J(j)} y_{ij}^k - \sum_{i \in I(j)} y_{ji}^k = \begin{cases} B_k, j = k, \\ 0, j \neq 0, k, k \in V \setminus \{0\}, \\ -B_k, j = 0, \end{cases} \quad (2)$$

$$\sum_{k \in V \setminus \{0\}} y_{ij}^k = y_{ij}, (i, j) \in E, \quad (3)$$

$$y_{ij}^k \geq 0, (i, j) \in E, k \in V \setminus \{0\}, \quad (4)$$

здесь $I(j)$ и $J(j)$ – множества заходящих и исходящих дуг для вершины j .

Рассмотрим модель, соответствующую орграфу без параллельных дуг, так как общий случай не несет дополнительных принципиальных трудностей. Пусть каждой дуге $(i, j) \in E$ орграфа $G(V, E)$ поставлены в соответствие два числа: $a \geq 0$ – удельные затраты и $b \geq 0$ – фиксированные доплаты за создание коммуникации (i, j) с пропускной способностью X_{ij} . Тогда рассматриваемый аналог задачи (1)–(4) формулируется в виде [2]: найти

$$\min \sum_{k \in V \setminus \{0\}} \sum_{(i,j) \in E} c_{ij}^k x_{ij}^k + \sum_{(i,j) \in E} b_{ij} X_{ij} \quad (5)$$

при ограничениях

$$\sum_{i \in J(j)} x_{ij}^k - \sum_{i \in I(j)} x_{ji}^k = \begin{cases} 1, j = k, \\ 0, j \neq 0, k, k \in V \setminus \{0\}, \\ -1, j = 0. \end{cases} \quad (6)$$

$$0 \leq x_{ij}^k \leq X_{ij}, (i, j) \in E, k \in V \setminus \{0\}, \quad (7)$$

$$X_{ij} = 0 \vee 1, (i, j) \in E, \quad (8)$$

где $c_{ij}^k = a_{ij} B_k$, $(i, j) \in E, k \in V \setminus \{0\}$. Условия (6) следуют из (2) и из того, что поток для вершины k , $k \in V \setminus \{0\}$ по любой дуге (i, j) равен нулю или B_k . Тогда двойственная декомпозиционная задача к (5)–(7) может быть записана в виде: найти

$$\max_{U \geq 0} \min_{X \geq 0} \sum_{k \in V \setminus \{0\}} \sum_{(i,j) \in E} (c_{ij}^k + u_{ij}^k) x_{ij}^k \quad (9)$$

при ограничениях (6) и

$$\sum_{k \in V \setminus \{0\}} u_{ij}^k \leq b_{ij}, (i, j) \in E. \tag{10}$$

Обозначим через $L_k(\bar{U})$ множество кратчайших путей, соединяющих источник 0 с потребителем k в графе G с весами дуг $(c_{ij}^k + \bar{u}_{ij}^k), k \in V \setminus \{0\}$, через \bar{U} , допустимый по (10) набор неотрицательных значений переменных $\bar{u}_{ij}^k, (i, j) \in E$. Блокирующим множеством, определяемым данными k и \bar{U} , является минимальное множество дуг таких, что каждый путь из $L_k(\bar{U})$ содержит хотя бы одну дугу из этого множества. Значит, блокирующее множество является разрезом, отделяющим k от 0 в множестве кратчайших путей $L_k(\bar{U})$.

В реальных задачах рассматриваемого типа могут встречаться графы G с большим количеством вершин, что повлечет трудности при решении подобных задач точными методами [3–5]. В связи с этим рассмотрим лишь приближенные алгоритмы. Для построения приближенного значения нижней оценки путем решения задачи (9), (10) можно использовать процедуру, которая обобщает процедуру построения начального тупикового решения для простейшей задачи размещения [1]. В ней в циклическом порядке просматриваются вершины – потребители. На текущем шаге выделится множество кратчайших путей в графе G с весами дуг $\bar{c}_{ij}^k = c_{ij}^k + \bar{u}_{ij}^k$, где $\{\bar{u}_{ij}^k\}$ – построенное на предыдущих шагах множество значений переменных, а k – индекс просматриваемой вершины. Обозначим через G^k подграф G , соответствующий вершинам и дугам G , лежащим на этих путях. Далее в $G^k(V^k, E^k)$ выделяется некоторый разрез R^k , отделяющий источник от вершины k , обладающий тем свойством, что на его дугах $\bar{b}_{ij} = b_{ij} - \sum_{k \in V \setminus \{0\}} \bar{u}_{ij}^k > 0, (i, j) \in E$.

Если для данного k разреза с таким свойством нет, вершина k из дальнейшего рассмотрения исключается. Обозначим $\delta_1 = \min_{(i,j) \in R_k} \bar{b}_{ij}, [0, k]$ – кратчайший путь из 0 в k в графе G^k , а l_k является его длиной. Положим $\delta_2 = l_k - l_k$, где l_k – длина кратчайшего пути из 0 в k в графе $G(V, E \setminus R_k)$ с весами дуг \bar{c}_{ij}^k . Если такого пути нет, будем считать $l_k = \infty$.

Пусть $\delta = \min\{\delta_1, \delta_2\}$. Вычислим новые значения $\bar{u}_{ij}^k = \begin{cases} \bar{u}_{ij}^k + \delta, (i, j) \in R_k, \\ \bar{u}_{ij}^k, (i, j) \notin R_k. \end{cases}$ Добавим к те-

кущему значению нижней оценки $\Phi(\bar{U})$ величину δ . На начальном шаге $\Phi(\bar{U}) = 0, \bar{U} = 0$. Перейдем к анализу следующего значения k . Процедура заканчивается, когда все вершины-потребители исключены из рассмотрения. Отметим, что если на очередном шаге $\delta = \delta_1$, то величина b_{ij} становится равной нулю хотя бы для одного из $(i, j) \in R_k$. Если же $\delta = \delta_2$, то для данного k расширяется (путем добавления кратчайшего пути длины l_k) множество L_k кратчайших путей в G с весами \bar{c}_{ij}^k . В худшем случае данная вершина k может обрабатываться описанной процедурой $O(n^2)$ раз, где $n = |V|$.

Требования по памяти могут быть уменьшены до $O(n^2)$ за счет использования других параметров, определяющих решение задачи построения оценки [1]. В связи с этим рассмотрим новую формулировку, введя предварительно следующие обозначения. Пусть T_0 – дерево кратчайших путей на графе G с весами дуг a_{ij} из вершины 0 в $V \setminus \{0\}$, p_i^0 – длина пути в T_0 из 0 в $i, i \in V$. Для каждой вершины $k, k \in V \setminus \{0\}$, с $B_k > 0$ в процессе работы процедуры строится дерево T^k путей, ведущих в вершину k , с множеством вершин $V(T^k)$ и дуг $E(T^k)$. Одновременно переопределяется дерево кратчайших путей из корня T_0 и соответствующий ему вектор длин кратчайших путей (потенциалов) $(p_i^0) i \in V$. Кроме этого, для каждого k производится разбиение множества вершин V на подмножества P_k и Q_k ,

$P_k \cup Q_k = V$, $P_k \cap Q_k = \emptyset$. В начале работы процедуры каждое T^k состоит из единственной вершины k , а каждое Q^k содержит те и только те вершины, которые достижимы из k в дереве T_0 (в том числе и вершину k); множество таких вершин обозначим через $S(T_0, k)$. На выходе процедура построения тупикового решения определяет значение нижней оценки Φ и подграф $\bar{G}(V, \bar{E})$, где $\bar{A} = \{(i, j) : \bar{b}_{ij} = 0\}$.

Таким образом, математическая модель решения задачи синтеза сетей с одним источником представляет собой задачу частично-целочисленного линейного программирования на орграфе с параллельными дугами, у которых начала и концы одинаковы. В таком типе задачи можно будет построить коммуникационную сеть, соединяющую один заданный источник с множеством потребителей. При этом можно учитывать условие, что затраты на создание каждого участка такой сети определяются кусочно-линейной неубывающей функцией от потока по этому участку. К аналогичным моделям могут сводиться и задачи, в которых можно разместить не один, а несколько источников неограниченной сверху мощности и требуется кроме сети коммуникаций выбрать мощности источников, затраты на размещение которых также задаются функциями вышеуказанного типа.

Литература

1. Михалевич, В.С. Оптимизационные задачи производственно-транспортного планирования: Модели, методы, алгоритмы / В.С. Михалевич, В.А. Трубин, Н.З. Шор. – М. : Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1986. – 264 с.
2. Трубин, В.А. Алгоритмы и свойства задачи синтеза сетей с одним источником / В.А. Трубин, А.К. Шдоян // Теория оптимальных решений. – Киев, 1980. – С. 81–88.
3. Зайцева, И.В. Математическое моделирование задачи многоагентного взаимодействия перемещения ресурсов / И.В. Зайцева, С.А. Теммоева, А.С. Шебукова, А.А. Филимонов // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2022. – № 11. – С. 6–10.
4. Зайцева, И.В. Развитие моделирования с ориентацией на новые информационные технологии / И.В. Зайцева, А.И. Курочкина, Ю.В. Таранушенко // Модели управления производством и совершенствование информационных технологий, 2010. – С. 146–147.
5. Зайцева, И.В. Оптимизация управленческой деятельности организации с использованием современных информационных систем / И.В. Зайцева, Н.И. Астахова // Информационные системы и технологии как фактор развития экономики региона. II Международная научно-практическая конференция. – Ставрополь : СтГАУ, 2013. – С. 25–26.

References

1. Mihalevich, V.S. Optimizatsionnye zadachi proizvodstvenno-transportnogo planirovaniya: Modeli, metody, algoritmy / V.S. Mihalevich, V.A. Trubin, N.Z. SHor. – M. : Nauka. Glavnaya redaktsiya fiziko-matematicheskoy literatury, 1986. – 264 s.
2. Trubin, V.A. Algoritmy i svojstva zadachi sinteza setej s odnim istochnikom / V.A. Trubin, A.K. SHdoyan // Teoriya optimalnyh reshenij. – Kiev, 1980. – S. 81–88.
3. Zajtseva, I.V. Matematicheskoe modelirovanie zadachi mnogoagentnogo vzaimodejstviya peremeshcheniya resursov / I.V. Zajtseva, S.A. Temmoeva, A.S. SHEbukova, A.A. Filimonov // Nauka i biznes: puti razvitiya. – M. : TMBprint. – 2022. – № 11. – S. 6–10.
4. Zajtseva, I.V. Razvitie modelirovaniya s orientatsiej na novye informatsionnye tekhnologii / I.V. Zajtseva, A.I. Kurochkina, YU.V. Taranushenko // Modeli upravleniya proizvodstvom i sovershenstvovanie informatsionnyh tekhnologij, 2010. – S. 146–147.

5. Zajtseva, I.V. Optimizatsiya upravlencheskoj deyatel'nosti organizatsii s ispolzovaniem sovremennyh informatsionnyh sistem / I.V. Zajtseva, N.I. Astahova // Informatsionnye sistemy i tekhnologii kak faktor razvitiya ekonomiki regiona. II Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya. – Stavropol : StGAU, 2013. – S. 25–26.

Mathematical Modeling of Solving a Network Problem

I.V. Zaitseva, A.A. Filimonov, E.M. Puchkova, A.A. Demchuk

*Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg (Russia);
Stavropol branch of Krasnodar University of the Ministry of Internal Affairs
of the Russian Federation, Stavropol (Russia);*

*Nevinnomyssk State Humanitarian and Technical Institute, Nevinnomyssk (Russia);
Military Educational and Scientific Center of the Air Force "Air Force Academy
named after Professor N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin", Voronezh (Russia)*

Key words and phrases: mathematical modeling; synthesis; networks; flow.

Abstract. This article discusses mathematical models of a problem in which it is necessary to build a communication network connecting one given source with a set of consumers, provided that the cost of creating each section of such a network is determined by a piecewise linear non-decreasing function of the flow through this section. This problem is reduced to the problem of partial-integer linear programming on an orgraph with parallel arcs with the same beginnings and ends. The aim of the work is to develop a mathematical model for solving the problem of synthesis of networks with a single source. Objectives of the work: mathematical formalization of the process of synthesis of networks with a single source; application of algorithms for constructing an approximate dead-end solution. The mathematical modeling of the problem solution is related to the results of the work.

© И.В. Зайцева, А.А. Филимонов, Е.М. Пучкова, А.А. Демчук, 2024

UDC 004.65

Information Technology Tools to Improve Urban Life. iKomek Experience

A.B. Taximov, D.R. Satvaldina

*City Center of Monitoring and Rapid Response ,
Astana (Kazakhstan)*

Key words and phrases: iKomek; information technology; urban population; urban services; concept.

Abstract. According to the UN forecasts, by 2050 the share of the world's urban population will be 68 %. With the growth of cities, as well as urban residents, information technology is increasingly being introduced. At such rates of urbanization, the burden placed on urban services is often too high. To solve this problem, the iKomek concept began to be implemented. The purpose of the article is to reveal the use of iKomek digital technologies, to improve the life of the city. The objectives of the article include consideration of the features of iKomek digital technologies, what technologies it provides, how the iKomek concept is applied in Kazakhstan and how successful it is. The research hypothesis consists of a developed technological algorithm for processing requests through the contact center 109 or alternative sources from where the applications from residents come from, and are registered in the service manager. The research method of the article is the method of theoretical and practical analysis. The results are achieved by developing the author's algorithms of information business processes, which were introduced in iKomek company in order to increase the efficiency of the company and solve the urgent problems of residents of the city. The developed architecture of role-based interaction with the iKomek information system of queries is a highly effective service mechanism for residents, providing quick and high-quality resolution of their requests and problems.

Since the beginning of the 21st century, the urban environment has been undergoing fundamental changes, which are largely related to the penetration of information technology into everyday life. Today's cities, in search of sustainability and resource optimization, aim to become smart cities where integrated IT solutions transform them into smarter, more efficient and comfortable places to live [1].

The application of information technology tools in the city life represents an urban environment where the information technologies and networks are actively used to manage and optimize infrastructure and improve the quality of life of citizens. Such cities use sensors, networks,

analytics, and other IT solutions to manage transportation, energy supply, utilities, health, safety and many other aspects of city life [2].

This practice seeks to achieve the following objectives [5].

1. Improvement of the citizens' life: integration of IT solutions contributes to improving living comfort, ensuring accessibility of urban services and reducing the negative impact of the urban environment on health.

2. Effective management: seek to optimize resource management, including transportation, energy, water supply and waste management.

3. Environmental impact mitigation: the use of modern IT solutions helps to reduce emissions and optimize energy use, which leads to a reduction of the urban ecological footprint.

In this article, we will look at exactly how information technology is changing the urban environment and what benefits it brings to the quality of life in cities. The specific cases and trends in the development of the application of information technology tools in improving city life will be discussed, as well as the challenges they face.

The research methods are: a case study method, a method of theoretical and practical analysis, a method of comparative analysis.

Digital technologies are firmly embedded in the capital's life activities and primarily perform the task of ensuring the safety of citizens.

A unique project in the city is the establishment of the "iKOMEK109" monitoring and operational response center [3]. It has become the real eyes and ears of the city - the center ensures the security of the city in a round-the-clock mode, unites call-centers of utility companies and allows to process appeals and suggestions of residents. And all this due to the fact that 21,781 CCTV cameras from all over the city are displayed here and operators can see where and what is going on.

The cameras mainly cover the mass gathering locations. These are shopping malls, mosques, major bus stops, train stations. Meanwhile, during the winter period operators through the city video surveillance system revealed the facts of untimely snow removal, water flooding during rains and floods. These issues were quickly worked out with the city utilities. The operators through GPS-monitoring and video surveillance systems coordinate the work of specialized machinery for sanitary cleaning of the city, which makes it possible to reduce motor vehicles idle time, reduce vehicle mileage and, consequently, fuel and repair costs.

Despite the outwardly complex structure of the contact center, the meaning of iKOMEK109 can be expressed literally in one phrase: to respond to all calls and appeals from city residents. It is referred to the so-called non-emergency calls, i.e. citizens' appeals related to the activities of public utilities, public transportation, poor quality of work of employees and healthcare professionals. However, as we explore the contact center, we will see that iKOMEK109 concept has a much wider functionality, up to the provision of assistance in emergency cases, emergencies, social disadvantage of citizens.

The project concept is based on the experience of such countries as Korea, United Arab Emirates, USA, UK. The structure of American contact centers, the famous 911 service, the Kazakh analog is 109 has proved to be the best suited for implementation in Kazakhstan.

Having started with centralization of call processing on the 109 line, iKOMEK109 has laid the foundation for future integration with the 112 line, with the "emergency" part of citizens' requests. All instructions have already been prescribed and a database has been established for the implementation of the project. Currently, a pilot launch is underway [4].

The organization has a three-tiered model for handling requests. Intelligent Contact Center 109 operators are the first line of call intake. The vast majority of calls the operator is able to

solve directly during the call, thanks to an extensive knowledge base, which is regularly updated. The database stores information on the activities of government departments and public utilities of the city: background information, data on planned and preventive works of public utilities - the list goes on and on. But if for whatever reason, the problem cannot be solved immediately, for example, you have no hot water, and on base no work is scheduled in the area, the operators transfer the request to the Department of Monitoring and Coordination of Life Support, i.e. to the second line.

The officers of this department are engaged in the real investigation – find out the reasons for failures, dialog with the competent services. Each case is tracked separately; statistics are maintained that clearly distinguish the status of the issue: resolved issues, unresolved issues and work not fully completed [6].

Once the problem is identified, the second line operators transfer the incident to the directly responsible organization, i.e. the third line. These may be municipality departments or district local authorities, public utilities, elevator companies, bus fleets, etc. The results of the incidents are obligatorily sent to the initiator of the request, thus, each person who applies to the city center iKOMEK109 receives feedback in the form of information about the work performed.

Now let's consider the communication channels. In addition to traditional phone calls, iKOMEK109 accepts and processes requests via all common social networks and messengers (Facebook, Telegram, WhatsApp), mobile application with the same name, akimat website. There is even a special account that monitors popular groups in social networks to record the complaints of citizens.

In addition to working with the public through calls and the Internet, iKOMEK109 monitors life in the capital through six thousand cameras installed throughout the city. These are cameras from the Sergek system, Korkemtelecom, as well as from agencies of the Ministry of Internal Affairs, private and public companies. The picture from the cameras is displayed on the screens of observers dealing with data analysis.

Most often cameras are used to record minor offenses, but there are also cases when video can solve serious crimes. Together with iKOMEK109 officers, police officers work with the cameras - they can dispatch the nearest patrol to the scene.

People can contact the contact center for numerous issues: health care, education, and public transportation. Any sent request goes into a system from which nothing can be deleted. The requests can only be closed once the resident has confirmed that their issue has been resolved. All responsible organizations are connected to this system and the Akim of the city also has access to it [7].

The questions are categorized by level of criticality, gaining a certain status. In addition, each issue has its own timeline and time to fix the problem. For example, if a resident reports an open manhole, the area must be fenced off within three hours and the manhole must be closed within 24 hours. We assume that a person is stuck in an elevator. Within 20 minutes, he/she should have help, if the problem is not solved in time, the situation becomes an emergency.

In the course of five years of operational experience with the call processing system, we have developed and optimized the architecture of role interaction with this system. This architecture relies on the definition of three key roles which cover a wide range of operations, ensuring the efficient functioning of the call handling system. The operator, inspector and performer - each plays an important role in ensuring prompt response to residents' requests and efficient processing of appeals. Based on this architecture, detailed interaction mechanisms have been developed for each of these roles, which gives a clear picture of their functional responsibilities and interrelationships.

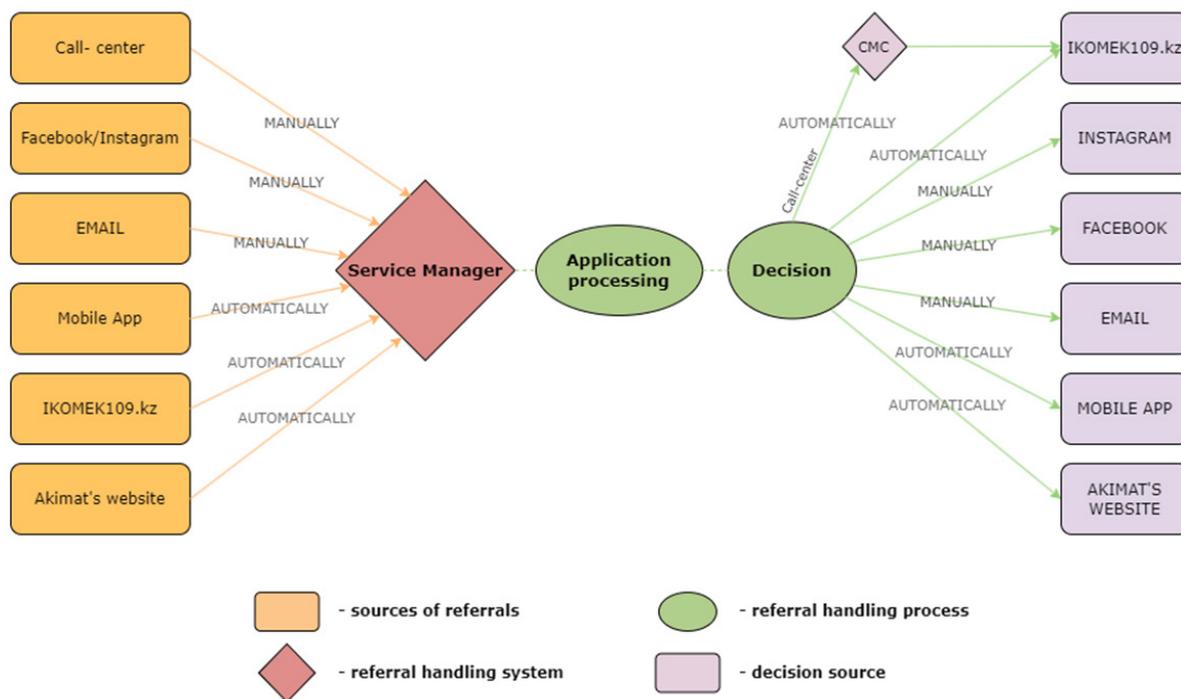


Fig. 1. Algorithm for processing requests

The schematically developed technological algorithm for processing of requests is shown in Fig. 1. Through the 109 contact center or alternative sources, calls from residents are received and logged in the service manager. Within the service, requests go through various stages of processing, a resident will then be notified of the resolution of the problem in the same manner in which the request was made.

The above drawing describes the algorithm of business processes that have been developed and implemented in iKomek, an information technology company, that is, this is what we believe is the author's development to increase the efficiency of the company and solve the pressing problems of residents and the city.

Below is the developed information mechanism illustrating the process of operator's actions at the workplace (Fig. 2):

There are 74 operators in the center, with even more working during rush hour. It took quite some time to analyze the city and understand when rush hour events occur. For example, rush hour in the winter occurs at 6 and 11 a.m., when residents call to inquire about school cancellations.

Every day the contact center receives from 5,000 to 14,000 calls. On average, one operator handles 250-300 calls per day. The frequency of referrals depends on the season and weather conditions. The contact center operators can provide answers to more than 1,300 services from the first call. There are specific standards for handling residents' requests: 16 seconds to answer a call, 10 minutes to respond to a social media inquiry and a maximum of 7 days to review and provide a query response.

The inspector occupying a key position in ensuring communication and interaction between citizens, city bodies, departments and local authorities, plays an important role. The inspector's job is not only to monitor the quality of the work, but also strictly supervising the process of task completion and resolving possible problems that hinder the effective resolution of requests and

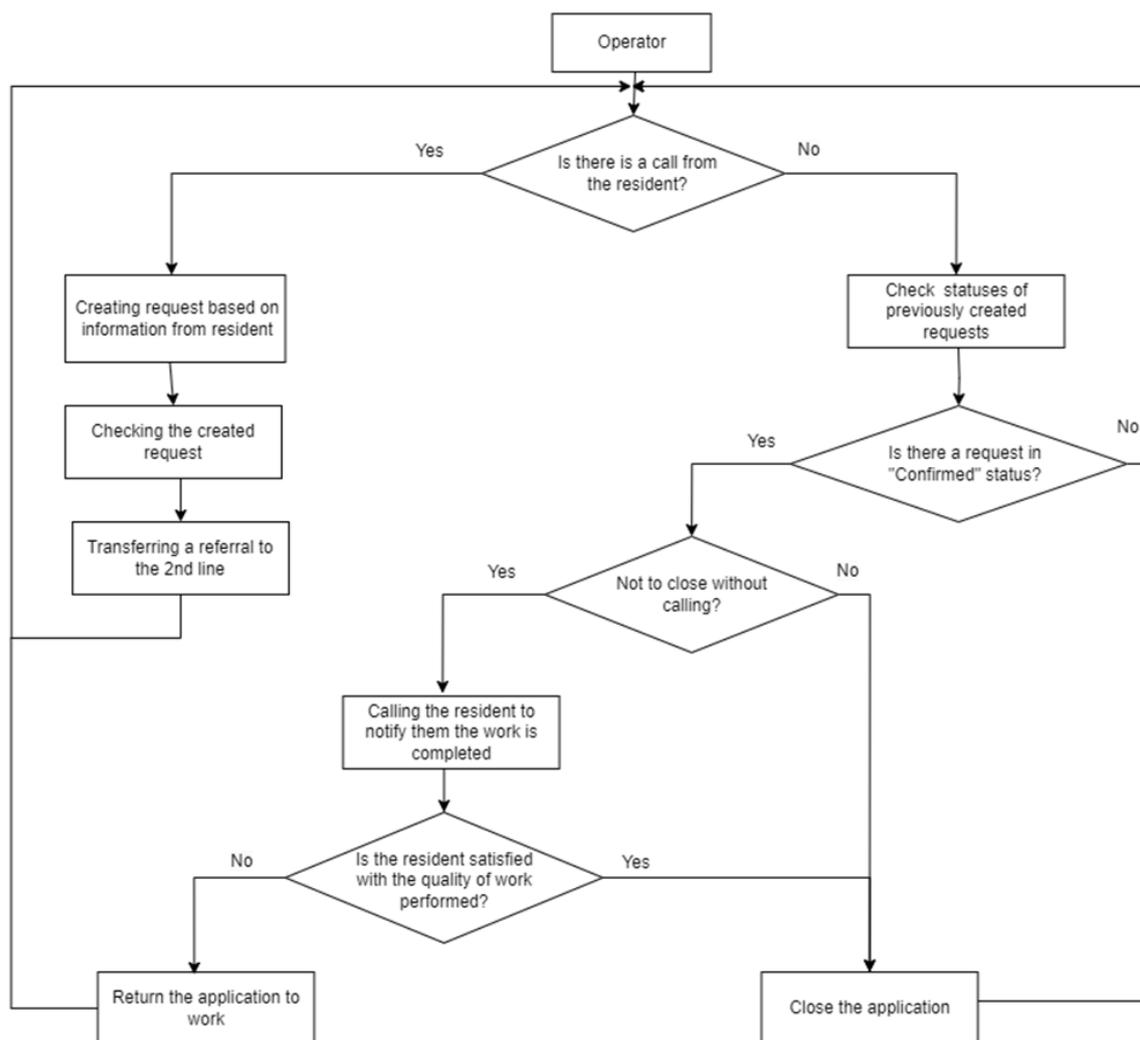


Fig. 2. Information mechanism demonstrating the process of operator actions within the framework of request processing

appeals.

The inspector acts as a facilitator, ensuring the smooth running of the request management system and maintaining high standards of accountability and efficiency in all aspects of the operation. Below is a developed information mechanism illustrating the inspector’s work process, his/her role in controlling and coordinating the processing of requests (Fig. 3).

The performers in the context of a complaint handling system represent the key players responsible for resolving the municipal problems, complaints and incidents. These performers may include a variety of city and municipal services, departments and local authorities. Each of them has its own unique area of responsibility and area of expertise within which they accept and process residents’ requests. Each request is assigned a strictly defined deadline, which the executors are obliged to comply with, ensuring an effective and timely solution to the problems and needs of residents.

For which reason, an information mechanism was also developed, describing in detail the actions of executors within the system of processing appeals (Fig. 4).

The developed architecture of role-based interaction with iKomek’s request processing infor-

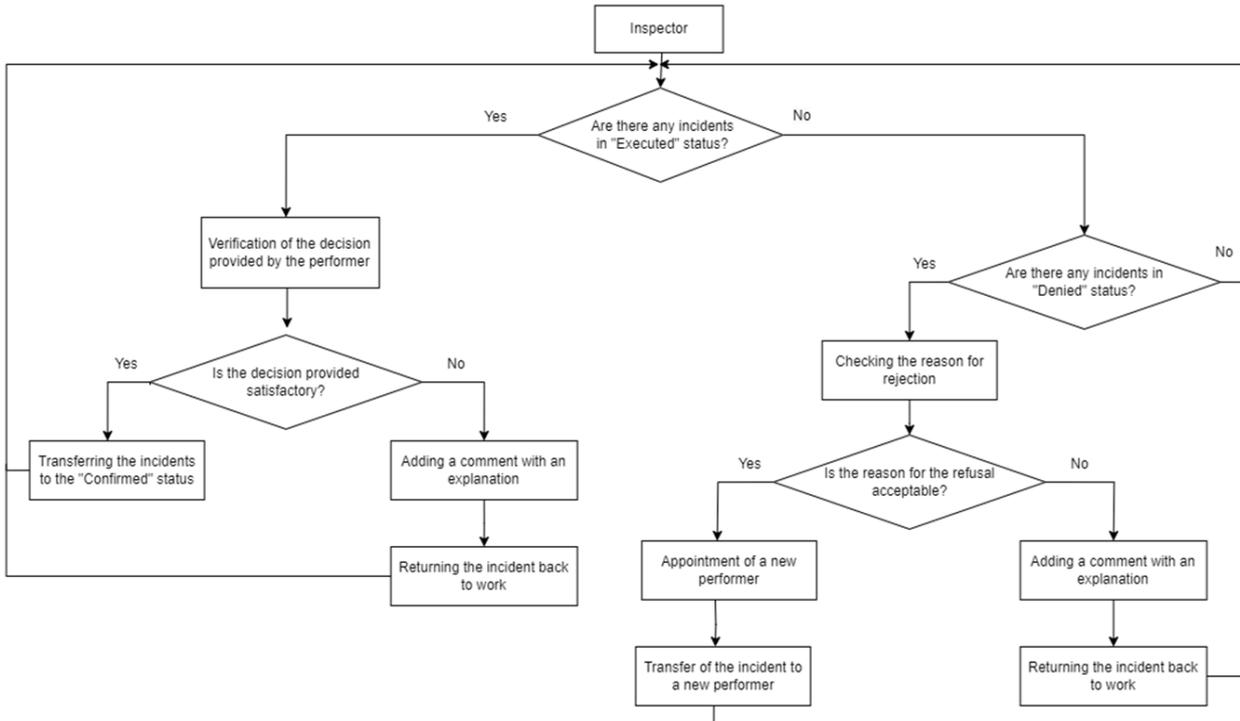


Fig. 3. Information mechanism demonstrating the inspector's process for handling requests

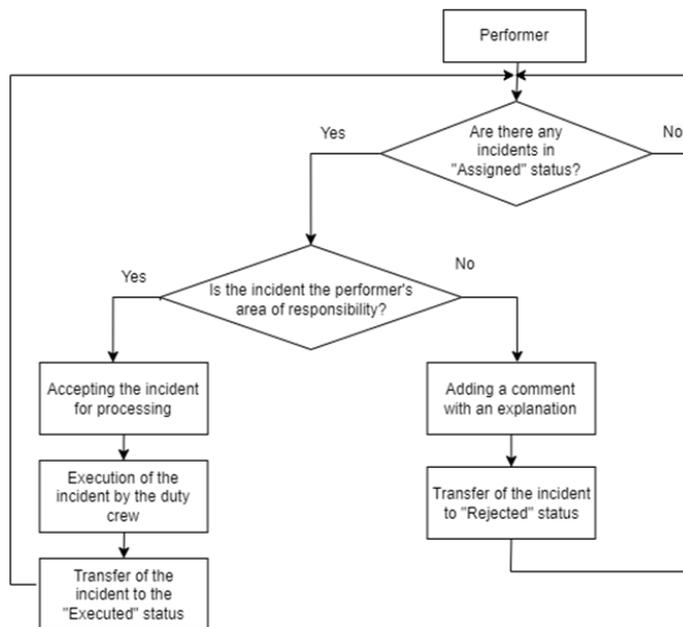


Fig. 4. Information mechanism demonstrating the process of performer's actions within the framework of request processing

mation system is a highly effective mechanism for serving residents, ensuring that their queries and problems are resolved promptly and with high quality. The role-based interaction schemes described above based on information technology platforms not only facilitate seamless communication between all parties involved, but can also serve as a model for other systems fo-

cused on interaction with society.

This author's innovative approach not only optimizes processes, but also contributes to overall efficiency and responsiveness.

Conclusion. On the basis of the iKomek Center the Project Office of the Astana Akimat controls the 5-year City Development Plan and over 400 projects. Currently, step-by-step work is underway to submit projects for public access on the Akimat's website astana.gov.kz. This suggests that residents and guests of the capital can already now be aware of up-to-date information about the infrastructure projects being implemented by the Akimat in various directions, such as urban planning, road and transportation infrastructure construction, community improvement portfolio and engineering infrastructure. For the rest of this year, as part of the next phase of data opening, the social block, including the areas of education and health care, will be presented to the public as part of the next phase of data opening. The presented public accessibility of the Astana Akimat Project Office makes the work of the governing body and city services of the capital absolutely transparent, and also demonstrates the openness of the authorities and readiness to make the capital a more comfortable and cozy city to live in together with the residents of the city.

It is also worth noting the complaints that are coming in – they are not criticisms of the management system, these are more suggestions that should be escalated to the city leadership level to generally improve the life of the community. Currently, all appeals are registered in a single system of registration of appeals, in which both operators and responsible executors work. The responsible officers write answers and attach answers directly in the system, which is integrated with chat-bots, the Akimat website for feedback from residents. The complex provides the city's management with a Control Panel, showing all appeals, sources of appeals, how many appeals are being executed, and how many are already in violation of the regulatory period. All requests are categorized by area of living, allowing management to see the most problematic areas and addresses in the city. The control panel allows the city management to keep under control the situation in the city, to draw conclusions about the work of the managers of departments and public utilities.

It is our belief that such information technology projects should be implemented, and we are confident that the experience of Astana city will be appreciated and applied in other cities of Kazakhstan. It is important that the public opinion will be heard. Ultimately, the overall satisfaction and activity of residents in solving urban problems will increase.

Therefore, currently the iKomek City Center is an institution for the permanent improvement and development of the life support of the city.

References

1. Alchina, R.R. Problem of the Onrush of Technology. History of the Emergence of Information Technology / R.R. Alchina, N.D. Musikhin // Scientific and Innovative Development of Agro-Industrial Complex. Digital Transformation, Artificial Intelligence and Intellectualization of Production, Collection of Articles of the All-Russian National Scientific and Practical Conference, 2022. – P. 141–144.
2. Besedina, E.A. Technology of Electronic Document Management in the System of Integration of Corporate Employees and Modern Information Technologies in Personnel Administration / E.A. Besedina // Digitalization of Management Processes: Initial Conditions and Priorities. Collection of Writings of the International Scientific and Practical Conference. – Kursk, 2022. – P. 250–254.

3. City monitoring and operational response center “iKomek” as a center of improvements: Astana experience, 2018 [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.mic.org.ru/vyp/25-nomer-2018/gorodskoy-tsentr-monitoringa-i-operativnogo-reagirovaniya-ikomek-kak-tsentr-uluchsheniy-opyt-astany>.
4. Dubirova, Zh.B. iKOMEK109 – Real Instrument of the “Hearing State” in the Capital City / Zh.B. Dubirova, 2022 [Electronic resource]. – Access mode : <https://kazpravda.kz/n/zhanat-dubirova-ikomek109-realnyy-instrument-slyshashchego-gosudarstva-v-stolitse>.
5. Kulayev, V.V. Outsourcing Benefits in Information Technology / V.V. Kulayev, A.A. Morozova, P.A. Bulgakova // The World of Science Without Borders, 2022. – P. 589–592.
6. Puchnin, A.V. Use of State-of-the-Art IT Solutions in Crime Prevention (Case Technology). Guidance Manual / Puchnin A.V., Solodukha R.A.. – Voronezh, 2022.
7. Semyonova, A.P. Use of State-of-the-Art IT Solutions and Digital Technologies in Project Activities in Ecology / A.P. Semyonova // Journal of Engineering Research. – 2023. – Т. 9. – No. 1. – P. 22–27.
8. Tubekova, D. On the Concept of the “Hearing State” and the Role of Local Self-Governing Authorities in its Implementation / D. Tubekova, A. Bakirbekova, A. Baimbetova, 2023 [Electronic resource]. – Access mode : <https://bulecon.enu.kz/index.php/main/article/view/570>.
9. Chernyavskaya, S.A. Information Market and the Concept of Information and Communication Technologies, Evolution of the Information Technology Market / S.A. Chernyavskaya, M.D. Nazrimadova // Economic Capabilities of Russia in the Challenges of the Global Economy: Approaches and Solutions. Materials of the International Scientific and Practical Conference, 2022. – P. 322–327.

Как применить инструменты информационных технологий в улучшении жизнедеятельности города. Опыт iKomek

А.Б. Таксимов, Д.Р. Сатвальдина

*Городской центр мониторинга и оперативного реагирования,
г. Астана (Казахстан)*

Ключевые слова и фразы: iKomek; городские службы; городское население; информационные технологии; концепция.

Аннотация. По прогнозам ООН, к 2050 г. доля городского населения в мире составит 68 %. С ростом городов, а соответственно и числа городских жителей, все активнее внедряются информационные технологии. При таких темпах урбанизации нагрузка, создаваемая на городские службы, зачастую оказывается слишком высокой. Для решения этой проблемы стала внедряться концепция iKomek. Цель статьи заключается в раскрытии использования цифровых технологий iKomek для улучшения жизнедеятельности города. В задачи статьи входит рассмотрение особенностей цифровых технологий iKomek, какие технологии она предусматривает, как концепция iKomek применяется в Казахстане и насколько она успешна. Гипотеза исследования состоит из разработанного технологичного алгоритма обработки обращений через контакт-центр 109 или альтернативных источников, откуда поступают обращения от жителей и регистрируются в сервис-менеджере. Методом исследования статьи является метод теоретического и практического анализа. Результаты достигнуты путем разработки авторских алгоритмов информационных бизнес-процессов,

которые были внедрены в компании iKotek в целях повышения эффективности компании и решения насущных проблем жителей города. Разработанная архитектура ролевого взаимодействия с информационной системой обработки запросов в iKotek представляет собой эффективный механизм обслуживания жителей, обеспечивая оперативное и высококачественное разрешение их запросов и проблем.

© A.B. Taximov, D.R. Satvaldina, 2024

УДК 338

Ключевые навыки финансовой грамотности

М.А. Меньшакова, О.В. Воронкова

*ФГБОУ ВО «Российский государственный
гидрометеорологический университет»,
г. Санкт-Петербург (Россия)*

Ключевые слова и фразы: доход; финансовая грамотность; финансы.

Аннотация. Статья посвящена актуальности финансовой грамотности.

Цель заключается в предоставлении информации о важности этого аспекта для современного человека, а также в предложении рекомендаций по повышению уровня финансовой грамотности для улучшения качества жизни и достижения благополучия.

Задачи: дать определение финансовой грамотности; рассказать о важности финансовой грамотности; познакомить с ключевыми навыками.

Гипотеза: внедрение комплексного подхода к обучению финансовой грамотности, основанного на интеграции межпредметных связей и использовании разнообразных методов и форм организации учебной деятельности, способствует повышению мотивации учащихся и улучшению их финансовой грамотности. В данной статье рассматривается текущее состояние финансовой грамотности в России и даются рекомендации по ее повышению.

Цель этой научной статьи – исследовать значение финансовой грамотности в современном обществе, подчеркивая ее влияние на отдельных людей, семьи и экономику в целом. На основе всестороннего обзора существующей литературы и результатов исследований в статье рассматриваются ключевые компоненты финансовой грамотности, ее преимущества, проблемы и последствия недостатка финансовых знаний. Кроме того, в статье рассматриваются различные инициативы и программы, направленные на повышение финансовой грамотности среди различных групп населения, подчеркивается необходимость постоянного обучения и повышения осведомленности в этой области. В этой статье, проливающей свет на важность финансовой грамотности, подчеркивается ее роль в обеспечении финансового благополучия и экономической стабильности.

Финансовая грамотность играет решающую роль в способности людей принимать обоснованные финансовые решения, эффективно управлять своими личными финансами и обеспечивать свое финансовое будущее. Финансовая грамотность – это способность человека управлять своими доходами и расходами, принимать правильные решения по

распределению денежных средств и грамотно их приумножать. Она позволяет достичь финансового благополучия и оставаться на этом уровне всю жизнь.

Финансовая грамотность – один из ключевых факторов, влияющих на способность отдельных людей и общества в целом управлять своими финансами. Финансовая грамотность приобретает все большее значение в условиях экономической нестабильности и усложнения финансовых продуктов и услуг.

В условиях все более сложной и взаимосвязанной финансовой среды способность понимать и ориентироваться в финансовых вопросах важна как никогда. Финансовая грамотность, определяемая как знания и навыки, необходимые для принятия обоснованных финансовых решений, стала ключевым фактором, определяющим финансовое благополучие и успех людей. С ростом осведомленности потребителей, технологическим прогрессом и развитием финансовых продуктов и услуг потребность в финансовой грамотности приобрела первостепенное значение. В данной статье анализируется важность финансовой грамотности в современном обществе путем изучения ее влияния на отдельных людей, семью и общество в целом.

Многочисленные исследования свидетельствуют о положительном влиянии финансовой грамотности на многие аспекты жизни людей. Исследования показывают, что люди с более высоким уровнем финансовой грамотности лучше умеют сберегать и инвестировать, планировать выход на пенсию, эффективно управлять долгом и защищать себя от финансового мошенничества. Кроме того, финансовая грамотность ассоциируется с более высоким экономическим благосостоянием, большей финансовой стабильностью и уверенностью в принятии финансовых решений. И наоборот, недостаток финансовой грамотности приводит к таким негативным последствиям, как высокий уровень задолженности, финансовый стресс и ограниченный доступ к финансовым возможностям.

Для оценки текущего уровня финансовой грамотности мы использовали данные социологических опросов, проведенных Центром исследований финансового рынка и Финансовым университетом при Правительстве РФ. Были задействованы данные международных сравнительных исследований (PISA, OECD), а также аналитические материалы других авторов.

Согласно результатам исследования, уровень финансовой грамотности населения России остается достаточно низким. Граждане России склонны принимать нерациональные финансовые решения из-за отсутствия планирования бюджета, недостаточной заинтересованности в сбережениях и инвестициях, неумения оценивать риски и принимать взвешенные финансовые решения.

Одной из основных причин низкой финансовой грамотности является недостаток знаний и навыков в области личных финансов и отсутствие системного подхода к образованию и формированию финансовой культуры.

Несмотря на растущее признание важности финансовой грамотности, сохраняется ряд проблем, связанных с повышением уровня финансовых знаний среди населения. К числу этих проблем относятся ограниченный доступ к финансовому образованию, отсутствие стандартизированных учебных программ по финансовой грамотности и отличия в финансовых знаниях среди различных демографических групп. Более того, широкое распространение сложных финансовых продуктов и мошеннических финансовых практик еще больше усложняет процесс принятия финансовых решений. Эти проблемы имеют далеко идущие последствия, оказывая влияние на финансовое благополучие людей, экономическую стабильность и общее качество жизни.

Для решения проблем финансовой грамотности был разработан ряд инициатив и про-

грамм, направленных на развитие финансового образования и осведомленности. Эти инициативы включают в себя семинары по финансовой грамотности, онлайн-ресурсы, образовательные кампании и партнерство между государственными учреждениями, финансовыми институтами и некоммерческими организациями. Эти программы направлены на то, чтобы дать людям знания и инструменты, необходимые для принятия обоснованных финансовых решений, тем самым обеспечивая им контроль над своим финансовым будущим и улучшая их экономическое благосостояние.

Финансовая грамотность важна для вовлечения молодых людей в экономическую деятельность:

- поиск источников дохода вне работы;
- укрепление психологической стабильности и уверенности в себе;
- формирование мышления, которое ведет к успеху;
- формирование впечатления уверенного в себе человека.

Ключевые навыки финансово грамотных людей включают:

- планирование и учет денежных потоков;
- использование дополнительных источников дохода.

Планирование и учет денежных потоков – важная часть финансового управления любого бизнеса. Начните с планирования денежных потоков.

1. Оцените доходы и расходы: начните с оценки будущих доходов от продаж, инвестиций, займов и прочего. Также учитывайте все предполагаемые расходы, включая операционные расходы, стоимость оборудования, налоги и проценты по займам.

2. Составление бюджета: на основе предполагаемых доходов и расходов подготовьте бюджет, отражающий планируемые денежные потоки на определенный период (например, месяц, квартал, год).

3. Мониторинг и анализ: важно регулярно отслеживать фактическое исполнение бюджета и анализировать отклонения. Таким образом, можно своевременно выявить проблемные зоны и принять корректирующие меры.

Рассмотрим учет движения денежных средств.

Оперативный учет: ведет подробный учет денежных поступлений и выплат. Это позволяет получить точную картину притока и оттока денежных средств.

1. Анализ денежных потоков: денежные потоки анализируются на регулярной основе для изучения тенденций и выявления основных источников и потребителей средств. Это позволяет принимать более обоснованные финансовые решения.

2. Прогнозирование денежных потоков: разработка прогнозов доходов и расходов на будущие периоды на основе имеющихся данных. Это позволяет разрабатывать финансовые стратегии и избегать дефицита денежных средств.

Эти шаги помогут эффективно управлять денежными потоками и обеспечить финансовую устойчивость.

Использование дополнительных источников дохода – важная стратегия для повышения финансовой стабильности и роста доходов. Дополнительные источники дохода могут быть разными и зависят от ваших навыков, интересов и способностей. Давайте рассмотрим некоторые способы использования дополнительных источников дохода.

1. Подработка: один из самых распространенных способов получения дополнительного дохода. К ним относятся подработки по вечерам и выходным, фриланс-проекты и участие в онлайн-платформах для фрилансеров.

2. Инвестирование: существует множество форм инвестирования, включая акции, облигации, недвижимость и криптовалюты. В зависимости от вашей стратегии и уровня ри-

ска, они могут быть краткосрочными или долгосрочными инвестициями.

3. Открытие собственного бизнеса: открытие собственного бизнеса может стать отличным способом увеличить свой доход и стать финансово независимым. Это может быть интернет-магазин, услуги, курсы, консультации и многое другое.

4. Пассивный доход: это доход, который вы получаете, не принимая активного участия в его получении. Примерами пассивного дохода являются аренда недвижимости, дивиденды от инвестиций, авторские права на продукцию и т.д.

5. Обучение и наставничество: если вы обладаете уникальными навыками и опытом, вы можете предлагать обучающие курсы, коучинг и наставничество за определенную плату.

Выберите метод, который соответствует вашим интересам, навыкам и жизненным обстоятельствам, и стремитесь создать разносторонний поток доходов.

Правильное отношение к финансам включает в себя несколько ключевых аспектов, которые помогут вам эффективно распоряжаться деньгами и достичь финансового благополучия. Давайте рассмотрим некоторые из ключевых принципов правильного отношения к финансам:

1. Бюджетирование: составляя бюджет и следуя ему, вы можете контролировать свои доходы и расходы, ставить финансовые цели и избегать перерасхода средств. Важно выделять средства на основные нужды, сбережения и отдых.

2. Сбережения и инвестиции: сбережения и инвестиции не только обеспечивают финансовую подушку безопасности на случай непредвиденных расходов, но и способствуют росту капитала. Регулярные вклады в инвестиции в течение длительного времени могут сэкономить значительную сумму денег.

3. Долги и кредиты: нужно разумно использовать кредиты, чтобы не попасть в долговую яму. Управляйте долгом, работайте над его погашением и избегайте ненужных кредитов.

4. Образование и планирование: учитесь финансовой грамотности и развивайте навыки управления деньгами, которые помогут вам достичь своих целей. Поставьте перед собой четкие финансовые цели и разработайте план по их достижению.

5. Защита и страхование: обеспечьте адекватную страховку себе, своей семье и своему имуществу, а также защитите себя от финансовых рисков, связанных с несчастными случаями, болезнями и потерей имущества.

Разумное отношение к финансам означает осознанное и ответственное управление своими ресурсами, стремление к финансовой независимости и обеспечение финансового будущего для себя и своей семьи. Постоянно совершенствуйте свои финансовые знания и применяйте их на практике, чтобы достичь желаемой финансовой стабильности и благополучия.

Взаимодействие с финансовыми учреждениями может включать в себя следующие аспекты:

1) открытие и обслуживание банковских счетов: клиенты открывают счета в банке для хранения своих денежных средств, выполнения платежей и других финансовых операций;

2) получение кредитов и займов: физические и юридические лица обращаются в банки с просьбой о предоставлении кредитов или займов для финансирования различных проектов, покупки товаров или услуг либо для покрытия текущих расходов;

3) страхование: клиенты взаимодействуют с страховыми компаниями для получения страховой защиты своих имущества, жизни, здоровья и других возможных рисков;

4) инвестирование: клиенты инвестируют свои средства в различные финансовые ин-

струменты, такие как облигации, акции, инвестиционные фонды и другие, с целью получения дохода или роста капитала;

5) планирование налогов и финансов: финансовые консультанты и бухгалтеры помогают клиентам оптимизировать налоговую нагрузку и создавать эффективные финансовые стратегии;

6) финансовые услуги для бизнеса: банки и другие финансовые организации предлагают различные услуги для предприятий, включая управление кассовыми потоками, международное финансирование, факторинг, лизинг и др.;

7) покупка и продажа валюты: клиенты взаимодействуют с банками и другими финансовыми посредниками для выполнения операций по обмену валюты;

8) финансовые консультации и образовательные услуги: финансовые специалисты предоставляют клиентам консультации по различным финансовым вопросам, а также организуют образовательные программы для повышения финансовой грамотности.

Правильное вложение капитала – это важный аспект финансового планирования. Ниже перечислены некоторые ключевые принципы:

1) диверсификация портфеля: диверсификация инвестиций по ряду активов (например, акции, облигации, недвижимость) для снижения риска;

2) долгосрочная перспектива: инвестировать в долгосрочную перспективу, чтобы избежать краткосрочных колебаний рынка и получить максимальный доход;

3) исследования и обучение: изучайте инвестиционные возможности, консультируйтесь с финансовыми экспертами и следите за тенденциями на рынке;

4) управление рисками: оцените свою устойчивость к риску и выбирайте инвестиции, соответствующие вашим целям и финансовым возможностям.

Помните, что правильное инвестирование требует тщательного планирования, дисциплины и готовности к изменениям на рынке.

Для повышения финансовой грамотности населения необходимо прививать экономическую культуру с дошкольного возраста. При этом дети будут понимать, что деньги зарабатываются трудом, и у них сформируется правильное отношение к деньгам.

В заключение отметим, финансовая грамотность является важнейшим компонентом способности людей ориентироваться в сложностях современного финансового мира. Развивая финансовые знания и навыки, люди могут принимать обоснованные решения.

Литература

1. Лозинг, В.Р. Азбука финансовой грамотности. Справочник для образовательных программ по финансовой грамотности в детском центре / В.Р. Лозинг, Д.В. Лозинг, Г.Н. Василенко, П.Р. Гуляев. – М., 2019. – 44 с.

2. Брехова, Ю. Финансовая грамотность: материалы для учащихся / Ю. Брехова, А. Алмосов, Д. Завьялов. – М. : ВИТА-ПРЕСС, 2014.

3. Горяев, А.П. Основы финансовой грамотности : учеб. пособие / А.П. Горяев, В.В. Чумаченко, 2018.

4. Воронкова, О.В. Становление и особенности международного валютного рынка / О.В. Воронкова // Перспективы науки. – Тамбов : ТМБпринт. – 2016. – № 3(78). – С. 82–85.

References

1. Lozing, V.R. Azbuka finansovoj gramotnosti. Spravochnik dlya obrazovatelnyh programm po finansovoj gramotnosti v detskom tsentre / V.R. Lozing, D.V. Lozing, G.N. Vasilenko,

P.R. Gulyaev. – M., 2019. – 44 s.

2. Brekhova, YU. Finansovaya gramotnost: materialy dlya uchashchihsya / YU. Brekhova, A. Almosov, D. Zavyalov. – M. : VITA-PRESS, 2014.

3. Goryaev, A.P. Osnovy finansovoj gramotnosti : ucheb. posobie / A.P. Goryaev, V.V. CHumachenko, 2018.

4. Voronkova, O.V. Stanovlenie i osobennosti mezhdunarodnogo valyutnogo rynka / O.V. Voronkova // Perspektivy nauki. – Tambov : TMBprint. – 2016. – № 3(78). – S. 82–85.

Key Financial Literacy Skills

M.A. Menshakova, O.V. Voronkova

Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg (Russia)

Key words and phrases: financial literacy, income, finance.

Abstract. The article is devoted to the relevance of financial literacy.

The purpose: to provide information about the importance of this aspect for a modern person, as well as to offer recommendations on improving the level of financial literacy to improve the quality of life and achieve well-being.

Tasks: define financial literacy; talk about the importance of financial literacy; introduce key skills.

Hypothesis: the introduction of an integrated approach to financial literacy education based on the integration of interdisciplinary connections and the use of various methods and forms of educational activities helps to increase students' motivation and improve their financial literacy. This article examines the current state of financial literacy in Russia and provides recommendations for improving it.

© M.A. Меньшакова, О.В. Воронкова, 2024

UDC 338.24:001.985

Features of the Territorial Location of Business in the Arctic Region

S.V. Gribovskaya, Yu.E. Semenova, T.V. Bikezina

*Russian State Hydrometeorological University,
St. Petersburg (Russia)*

Key words and phrases: socio-economic; weather and climatic factors; corporatization; deindustrialization; depopulation.

Abstract. The article is an analytical study of the characteristics of the territorial location of a business. The object of the current study is the Arctic zone of the Russian Federation. The purpose of the article is to identify the degree of influence of factors determining the specific features of production location. The research hypothesis is that the main obstacles to the development of entrepreneurship in this region are the socio-economic and natural-climatic conditions of the Far North. The following sources of information for the current study were: websites of leading employer companies operating in the Arctic, ratings from Expert magazine. The main research methods in the article are analysis of scientific and business literature, statistical data. Because of the study, the authors identify a number of mechanisms for overcoming unfavorable conditions and obstacles to the location and development of a business.

The decision to locate a business in certain regions is influenced by many factors, namely: the economic and political situation in the region, access to raw materials and suppliers, energy and transport infrastructure, as well as the demographic composition of the population, labor resources, unemployment rates, labor resources, productivity, natural and climatic factors, taxes, etc.

The object of the current study is the Arctic zone of the Russian Federation, since special attention has recently been paid to the development of the Russian North. It should also be noted that for a long time the state did not have enough resources, an arsenal of tools and mechanisms to participate in the industrial restructuring of the territories of the Far North.

At the same time, the share of industry in GDP (gross domestic product) was declining due to the growth, first of all, in the production volumes of agriculture, forestry, fishing and fish farming, which indicates the insufficient effectiveness of the reindustrialization policy in the region. Moreover, these trends took place in the context of growing private investment in fixed capital in the region, including taking into account inflation.

Secondly, the share of the manufacturing industry in the total volume of industrial production fell compared to the mining industry (see table 1). This was also not the most positive point,

Table 1. Economic growth rates distributed by industrial production type in Arctic regions

Regions	cumulative economic growth rate			
	2017 towards 2016	2018 towards 2017	2019 towards 2018	2020 towards 2019
Nenets Autonomous Okrug, total	1.29	1.13	1.26	1.29
production	1.30	1.15	1.32	1.33
manufacturing industries	1.17	1.00	0.70	0.83
Murmansk region , Total	1.09	1.01	1.04	1.04
production	1.22	0.87	0.89	1.00
manufacturing industries	0.89	1.12	1.16	1.24
Yamalo-Nenets Autonomous Okrug, total	1.07	1.24	1.28	1.21
production	1.08	1.28	1.29	1.29
manufacturing industries	0.97	1.09	1.28	1.22
Chukotka Autonomous Okrug, total	1.11	0.78	1.05	0.93
production	1.12	0.77	1.03	1.11
manufacturing industries	1.04	1.27	1.03	1.00

since the manufacturing industry creates large added value in relative terms and has significant potential for innovative development.

However, since 2005, a modern system of state capitalism and state companies began to develop in the Russian Arctic, which has become guidelines and instruments of state industrial policy in strategic directions. One can note the emergence of such state corporations as PJSC NK Rosneft in its modern form (2005), and the formation of the state company PJSC Gazpromneft (2006). And in recent years, the Russian state has taken unprecedented measures to formulate a new production policy in the Arctic, taking into account the issues of socio-economic development of the Arctic zone of the Russian Federation. The Russian government has taken unprecedented measures to maintain its position in matters of sustainable development of the region.

- Decree of the President of the Russian Federation “On the land territories of the Arctic zone of the Russian Federation” (as amended by Decrees of the President of the Russian Federation dated June 27, 2017 No. 287, dated May 13, 2019 No. 220, dated March 5, 2020 No. 164) which recorded a list of Arctic territories.

- State program “Socio-economic development of the Arctic zone of the Russian Federation for the period until 2020”. (Resolution of the Government of the Russian Federation dated April 21, 2014 No. 366 “On approval of the state program of the Russian Federation “Socio-economic development of the Arctic zone of the Russian Federation” (with amendments and additions from: December 17, 2014, August 31, 2017, March 29, June 5, 2019, March 31, 2020).

- State Commission for the Development of the Arctic (was created in 2015 by Decree of the President of the Russian Federation V. Putin dated February 3, 2015 “On the creation of the State Commission for the Development of the Arctic under the Government of the Russian Federation”).

- Strategy for the development of the Arctic zone of the Russian Federation and ensuring

national security for the period until 2035.

- State program for economic and social development of the Arctic zone of the Russian Federation.

- A set of laws on benefits for investors in the Arctic.

The development strategy of the Arctic zone defines the main directions, tasks and measures for the development of the Arctic zone, as well as the mechanisms, stages and expected results of their implementation.

The strategy is aimed at improving the quality of life of citizens living in the Arctic zone, growing the economy of the Arctic regions and developing the Northern Sea Route as a global transport corridor.

Despite the efforts of the state to intensify production, attract private sector investment in the Far North, and create innovative and digital infrastructure, the processes of corporatization have critical consequences at both the macro and micro levels. Thus, corporatization, which began back in 1992 and unprecedentedly quickly led to the formation of new private resource corporations, reduced the development potential of small businesses. Restructuring was carried out quite harshly, which in turn led to the closure of single-industry or specialized industrial enterprises (their maximum number was in the Chukotka Autonomous Okrug and the urban district of Vorkuta of the Komi Republic); a sharp reduction in the volume of imports of industrial and social goods necessary for life as a result of the transition to other transport systems; a radical reduction in the population living in the Northern and Arctic regions.

Also, natural and climatic factors have a significant impact on the location of industrial enterprises in the country. Regional features of enterprise location are one of the most important conditions for ensuring production efficiency both at the level of individual enterprises (organizations) and at the level of the national economy as a whole. It determines the rate of turnover of capital in social production, the value of production costs of goods and, ultimately, the prices of products sold. The latter, associated with quality, is an important condition for the competitiveness of products in the global and national markets.

The climatic and natural conditions of the Russian Arctic region are more complex than in any other industrial country in the world, which affects production efficiency if efficiency is determined by the cost/benefit criterion. Despite the fact that the principles of efficiency force us to rationalize the location of production, since it occurs on the basis of competition, the struggle of various private organizations for the most profitable territories from the point of view of organizing production/business.

We give an example of the negative impact of at least one of the natural and climatic conditions by locating production in risky areas.

Average annual temperatures are the most important natural factor that determines production costs. The severity of the climate is the most negative side of the physical and geographical position of the regions of Russia under consideration. In addition to the fact that it is a business risk factor, the temperature regime of the Arctic zone causes increased costs of material and financial resources to overcome it. Thus, we can conclude that the climatic conditions of the Arctic have a huge impact on the cost of production.

As a result, in the territories of the Russian North in recent years there have been such negative trends as excessive corporatization and depopulation, which directly reduces the motivation for the development of entrepreneurship in the region.

The authors believe it is possible to overcome the identified problems through the creation of a more favorable business and social climate in the region, including through state economic and social policy for regional development, as well as through state support for the formation of

innovative and digital infrastructure, taking into account the principles of sustainable development. In this regard, it seems important to take advantage of the benefits of a circular economy, which in the conditions of the Russian North can receive an additional incentive for development.

References

1. Стратегия развития Арктической зоны России и обеспечения национальной безопасности до 2035 г. (утв. Указом Президента РФ от 26 окт. 2020 г. № 645) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://static.kremlin.ru/media/events/files/ru/J8FhckYOPAQQfxN6XIt6ti6XzpTVAvQy.pdf>.
2. Курочкина, А.А. Развитие социально-экономического потенциала арктической зоны : 2-е изд., испр. и доп. / А.А. Курочкина, С.В. Арапов, Т.В. Бикезина и др.; под ред. А.А. Курочкиной. – СПб., 2021
3. Шабалов, М.Ю. Промышленные кластеры как инструмент развития инновационной инфраструктуры в Арктической зоне Российской Федерации / М.Ю. Шабалов, Д.М. Дмитриев // Процессы глобальной экономики, 2016. – С. 314–324.

References

1. Strategiya razvitiya Arkticheskoy zony Rossii i obespecheniya natsionalnoj bezopasnosti do 2035 g. (utv. Ukazom Prezidenta RF ot 26 okt. 2020 g. № 645) [Electronic resource]. – Access mode : <http://static.kremlin.ru/media/events/files/ru/J8FhckYOPAQQfxN6XIt6ti6XzpTVAvQy.pdf>.
2. Kurochkina, A.A. Razvitie sotsialno-ekonomicheskogo potentsiala arkticheskoy zony : 2-e izd., ispr. i dop. / A.A. Kurochkina, S.V. Arapov, T.V. Bikezina i dr.; pod red. A.A. Kurochkinoy. – SPb., 2021
3. SHabalov, M.YU. Promyshlennye klasteri kak instrument razvitiya innovatsionnoj infrastruktury v Arkticheskoy zone Rossijskoj Federatsii / M.YU. SHabalov, D.M. Dmitriev // Protsessy globalnoj ekonomiki, 2016. – S. 314–324.

Особенности территориального размещения бизнеса в Арктическом регионе

С.В. Грибановская, Ю.Е. Семенова, Т.В. Бикезина

*ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»,
г. Санкт-Петербург (Россия)*

Ключевые слова и фразы: депопуляция; индустриализация; корпоратизация; социально-экономические, погодно-климатические факторы.

Аннотация. Статья представляет собой аналитическое исследование особенностей территориального размещения бизнеса. Объектом текущего исследования является Арктическая зона Российской Федерации. Целью статьи является выявление степени влияния факторов, определяющих особенности размещения производства. Гипотеза исследования заключается в предположении, что основными препятствиями на пути развития предпринимательства в данном регионе являются социально-экономические и природно-климатические условия Крайнего Севера. В качестве источника информации для текуще-

го исследования использовались сайты ведущих компаний-работодателей, осуществляющих деятельность на территории Арктики, рейтинг журнала «Эксперт». Основные методы исследования в статье – анализ научной и бизнес литературы, статистических данных. В качестве результата проведенного исследования авторами выделяется ряд механизмов преодоления неблагоприятных условий и препятствий к размещению и развитию бизнеса.

© S.V. Gribovskaja, Yu.E. Semenova, T.V. Bikezina, 2024

УДК 378

Особенности продвижения туристического бизнеса в социальных сетях на современном этапе

Е.К. Скоромец

*ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный университет»,
г. Хабаровск (Россия)*

Ключевые слова и фразы: инновации; маркетинг; социальные сети; стратегия; туризм; туристический продукт; цифровой маркетинг.

Аннотация. Туристическая отрасль является перспективным направлением социального-экономического развития регионов. Цифровая трансформация имеет решающее значение в определении маркетинговых ориентиров компаний. Достижение конкурентного преимущества в современном мире требует большего, чем модернизация существующей маркетинговой политики. Для этого необходимо понимание того, что природа конкурентных преимуществ изменилась, и в рамках обеспечения конкурентоспособности туристических продуктов недостаточно применения цифровых маркетинговых инструментов. Актуальность исследования обусловлена наличием важных тенденций, которые стимулируют изменения в туристической деятельности. Для достижения устойчивых результатов и поддержания конкурентоспособности потребуются более разумные и эффективные методы маркетинговой политики. Такая трансформация поможет туристическим предприятиям перейти к наиболее эффективным маркетинговым инструментам. Результаты исследования: опираясь на исследование трансформирующихся компаний, разработана маркетинговая стратегия, с помощью которой можно изменить каналы продаж и повысить уровень конкурентоспособности в эпоху цифровых технологий.

Предприятия туристической индустрии, которые продвигают туристические услуги, используя цифровые каналы взаимодействия, обладают высокой степенью конкурентоспособности. В рамках дальнейшего развития необходимо разработать наиболее эффективные маркетинговые инструменты, которые соответствуют конкурентоспособной стратегии.

Компаниям туристической индустрии предлагается использовать комплексный портфель маркетинговой деятельности, который включает в себя цифровые форматы взаимо-

действия с клиентами. Применение цифровых маркетинговых инструментов обусловило большое вложение финансовых инструментов, но большинство компаний не получили конкурентного преимущества. Применение цифровых маркетинговых инструментов, будь то наличие сложного механизма электронной коммерции или использование мощного пакета управления взаимоотношениями с клиентами (CRM), в существующих реалиях является недостаточным условием осуществления маркетинговой деятельности. Независимо от того, сколько цифровых маркетинговых инициатив компания реализует, она не может рассчитывать на создание реального долгосрочного конкурентного преимущества, оставаясь такой же, как конкуренты [1].

Применение цифровых форматов взаимодействия с клиентами позволяет расширить клиентский опыт и определить ключевые потребности потребителей. Данный способ взаимодействия формирует новое цифровое пространство, которое обеспечивается за счет новейших технологий.

Использование инструментов цифрового маркетинга в социальных сетях позволяет улучшению процесса взаимодействия компании и клиентов, партнеров [6].

Социальные сети представляют собой цифровой формат взаимодействия с клиентами, определяет доступность и удобство общения. Клиент может получить необходимую информацию вне зависимости от времени суток. Цифровые точки взаимодействия охватывают весь спектр общения с клиентом: от стадии принятия решения о сотрудничестве до послегарантийного обслуживания. Это позволяет расширить сферу деятельности компании и сформировать наиболее полное и четкое представление о товаре или услуге. Внедрение стратегии цифрового взаимодействия с клиентами позволяет компаниям более четко структурировать информацию о товарах или услугах. Это обуславливает повышенную конверсию страницы в социальных сетях, что в конечном итоге положительно влияет на рост прибыльности и рентабельности компании. Формирование стратегии цифрового взаимодействия в социальных сетях с клиентами позволяет создать конкурентное преимущество на рынке [4].

Современные реалии обуславливают проведение активной маркетинговой политики, что позволяет наиболее эффективно заявить о новом товаре или услуге.

Продвижение туристического продукта в социальных сетях включает в себя множество инструментов и методов, которые помогают повышать узнаваемость бренда, привлекать новых клиентов и увеличивать продажи.

В настоящее время формируются новые тенденции использования цифровых технологий в области взаимодействия с клиентами. Данные тенденции включают в себя стратегические и финансовые приоритеты [3].

Отметим некоторые из данных тенденций:

- новые участники рынка цифровых технологий разрушают отрасли, причем многие из них получают большую ценность и значительно более высокую оценку собственного капитала, чем действующие;
- набирают силу стратегии, основанные на экосистемах;
- компании, приверженные экологическим, социальным критериям и критериям управления, все больше выделяются;
- талант является большим приоритетом, чем когда-либо в C-suite, поскольку лидеры пытаются наращивать нужные возможности для создания ценности [2].

Маркетинговое продвижение в социальных сетях представляет собой план достижения бизнес-целей компании с помощью применения социальных сетей. Стратегическое ориентирование позволяет определить цели и задачи присутствия в общественных медиа-

пространствах, определение векторов развития компании, а также осуществить прогноз потенциального эффекта.

Для разработки эффективной стратегии в социальных сетях необходимо:

- определить текущее состояние компании (бренда) в социальных сетях: рассчитать активность и численность подписчиков, оценить комментарии;
- определить основных конкурентов и провести анализ;
- составить контент потребителей;
- определить уникальность торгового предложения;
- сформировать формат присутствия на платформах.

Существуют платные и бесплатные инструменты продвижения в социальных сетях: рекламные записи, баннеры, публикации, таргетинг, личное общение [5].

Оригинальный контент позволяет вести эффективное продвижение в любой социальной сети. У каждой площадки есть свои нюансы и технические инструменты. Рассмотрим основные социальные сети, которые приобрели особую актуальность.

Таргетированная реклама в Телеграме является эффективным каналом продвижения. Рассмотрим особенности ее применения:

- подбор каналов с похожей целевой аудиторией и числом подписчиков для вынесения предложения обмениваться постами, таким образом можно привлечь фолловеров и распространить информацию о себе среди новой аудитории;
- при наличии определенного количества активных подписчиков, которые периодически заходят на канал и оставляют комментарии, можно использовать создание нового крутого контента, которым можно активно делиться; репост важной и полезной информации позволяет обеспечить регулярный приток новых пользователей;
- поскольку поиск по каналам внутри сети затруднен, то пользователи используют подборку каналов через каталоги, что значительно упрощает поиск в соответствии с заданной тематикой;
- размещение информации в социальной сети посредством блогов, пабликов; распределение информации определено на основе одной тематики: культура, образование, искусство, можно договориться попасть в уже опубликованные подборки, а можно создать свой обзор; также в Телеграме используются боты, которые могут принимать заявки от желающих попасть в обзоры;
- написание информации для других тематических блогов и СМИ, упоминание своего канала в тексте статьи [6].

Продажа туристических услуг напрямую связана с психологическим аспектом взаимодействия, поэтому особое место занимает визуализация продукта. В данном контексте необходимо актуализировать видеомаркетинг. Данный инструмент предполагает ориентацию на высокое качество контента, что позволяет повысить уровень реальных клиентов компании. Также необходимо осуществлять периодическое наполнение контента и разнообразить его. Например, можно выкладывать видео не только про туристические продукты, но также экспертные советы по выбору направления туристических путешествий, трансфера, отеля.

Также необходимо использовать инструменты инфлюенс-маркетинга, поскольку сотрудничество с блогерами или медийными личностями позволяет расширить целевую аудиторию и повысить воронку продаж.

Рассмотрим, как можно косвенно определить психологические характеристики с помощью цифрового кода. На цифровой след оказывают влияние все следы, оставляемые в сети ежедневно. Чем делятся пользователи в социальных сетях, файлы, отслеживающие

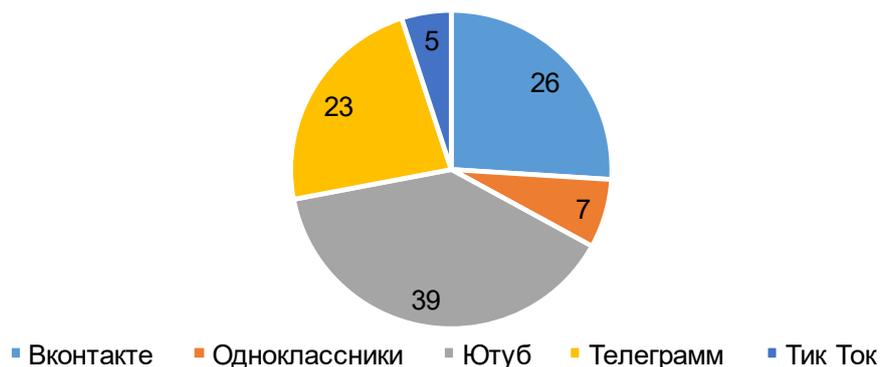


Рис. 1. Доля подписчиков в социальных сетях

веб-сайты, которые посещают пользователи, что написано в мессенджерах, что покупают кредиткой, что слушают в ВК. Все следы в совокупности многое рассказывают о привычках, предпочтениях, потребностях, о том, кем является потребитель как личность.

Необходимо определить, что можно узнать о психологии людей, глядя на эти цифровые следы. Можно брать информацию практически из любого типа цифрового следа. Здесь можно увидеть слова из постов в социальных сетях, которые указывают на экстравертный тип личности, тенденцию к общительности. Можно видеть экстравертов: они говорят о вечеринках, выходных, девушках, волнующем, обо всех развлечениях с друзьями. Если сравнить со словами, которые тесно связывают с интровертной личностью, то тенденция здесь – быть более сдержанным и тихим, т.е. картина выглядит совсем иначе. Они говорят о сети, аниме, манге, компьютере и обо всем том, что обычно делают в одиночку [7].

Следующий тип – это слова, тесно связанные с приятным характером, т.е. склонностью к заботе и доверию. Приятные люди говорят о благодати, благодарности, чуде. В словах некое теплое свечение. Предупреждение: слова, характерные для неприятных людей, критичных и завидующих, выглядят совсем иначе. То же делается и для страниц, которые людям нравятся. Очевидно, что картина интуитивна. Связь между цифровыми следами и их психологией широко используется для таргетированной рекламы. Ведь социальные сети позволяют таргетинг не только по социальным данным, таким как возраст, пол, местоположение, но и на основе интересов.

Интересы связаны с психологическими особенностями, и социальные сети делят людей или аудитории с различным психологическим профилем. Это подводит нас ко второму вопросу: можем ли мы влиять на поведение людей, ориентируясь на их психологический профиль?

В контексте данного исследования был проведен анализ социальных сетей туристических компаний.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что наиболее востребованными социальными сетями являются Ютуб и ВКонтакте. В контексте продвижения туристического продукта в социальных сетях представляет собой цифровую платформу позиционирования брендов и привлечение потенциальных клиентов, а также является методом цифрового взаимодействия с целевой аудиторией.

Социальные сети представляют собой целевое действие доверия к бренду, рост узнаваемости туристических фирм и формирование канала продаж. Социальные сети явля-

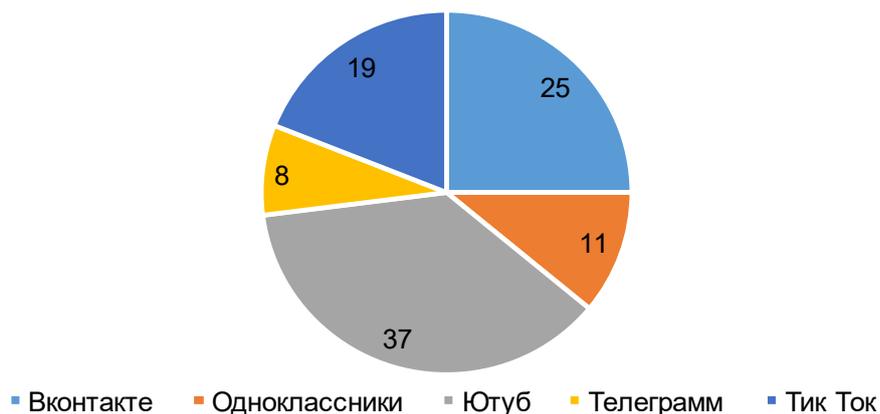


Рис. 2. Количество реакций

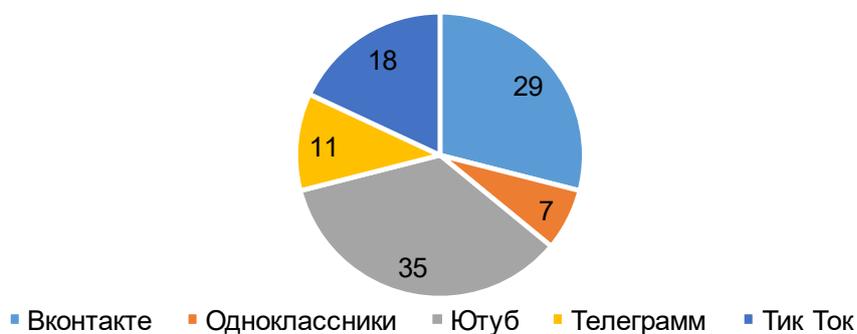


Рис. 3. Уровень вовлеченности

ются инструментом продвижения компании в интернет среде в качестве дополнительной воронки продаж.

На следующем этапе был проведен анализ реакций пользователей (лайки, репосты, комментарии, просмотры и голоса).

Данные рис. 2 свидетельствуют, что на Ютуб приходится 37 % реакций пользователей, ВКонтакте – 25 % реакций, Тик Ток – 19 % реакций. Аудитория ВКонтакте ведет себя более активно и оставляет комментарии.

Универсальные методы взаимодействия с аудиторией подбираются в соответствии с проведенным сегментным анализом и доступными финансовыми средствами продвижения туристической компании в сети. Модель позиционирования компании в социальных сетях должна соответствовать коммуникационной политике бренда.

Далее рассмотрим уровень вовлеченности пользователей (рис. 3).

Приведенные данные свидетельствуют о том, что наиболее эффективной социальной сетью для привлечения целевого контента является площадка Ютуб, ВКонтакте и Тик Ток.

Продвижение туристической компании в социальных сетях создает настоящую взаимосвязанную систему, которая сделает компанию конкурентоспособной для решения маркетинговых задач по мере того, как продолжается развитие цифровых технологий.

Таким образом, продвижение туристической компании в социальных сетях обеспечивает узнаваемость туристических маршрутов, повышает престиж компании и формирует представления потребителей о туристических продуктах.

Литература

1. Амет-Устаева, Д.М. Социальные сети как инструмент продвижения туристической услуги / Д.М. Амет-Устаева // Молодой ученый. – 2019. – № 16(254). – С. 159–161.
2. Волкова, Д.С. Социальные сети и взаимодействие с пользователями как фактор поддержания имиджа туристического предприятия / Д.С. Волкова // Современные научные исследования и инновации. – 2021. – № 12 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://web.snauka.ru/issues/2021/12/97272>.
3. Гончарова, О.В. Использование современных digital-каналов и SMM-технологий в продвижении туристских услуг / О.В. Гончарова, С.А. Халеева // Креативная экономика. – 2020. – Т. 14. – № 8. – С. 1709–1724.
4. Донских, А.Г. Правовой статус социальных сетей в системе медиакommunikаций / А.Г. Донских // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Филология. Журналистика. – 2020. – № 4. – С. 92–95.
5. Зозуля, Д.А. Роль социальных медиа, поисковых систем и мобильных приложений в привлечении и удержании туристов / Д.А. Зозуля // Вестник науки. – 2023. – № 12(69). – Т. 4. – С. 129–134 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.vestnik-nauki.pf/article/11839>.
6. Петрова, Д.А. Роль социальных сетей в продвижении туристического продукта / Д.А. Петрова, О.Л. Панченко // Казанский вестник молодых ученых. – 2021. – № 5(1). – С. 130–135.
7. Сарафанова, А.Г. Влияние социальных сетей на потребителей туризма / А.Г. Сарафанова, А.А. Сарафанов // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. – 2022. – № 1. – С. 28–35.

References

1. Amet-Ustaeva, D.M. Sotsialnye seti kak instrument prodvizheniya turisticheskoy uslugi / D.M. Amet-Ustaeva // Molodoj uchenyj. – 2019. – № 16(254). – S. 159–161.
2. Volkova, D.S. Sotsialnye seti i vzaimodejstvie s polzovatelyami kak faktor podderzhaniya imidzha turisticheskogo predpriyatiya / D.S. Volkova // Sovremennye nauchnye issledovaniya i innovatsii. – 2021. – № 12 [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa : <https://web.snauka.ru/issues/2021/12/97272>.
3. Goncharova, O.V. Ispolzovanie sovremennyh digital-kanalov i SMM-tekhnologij v prodvizhenii turistskih uslug / O.V. Goncharova, S.A. Haleeva // Kreativnaya ekonomika. – 2020. – T. 14. – № 8. – S. 1709–1724.
4. Donskih, A.G. Pravovoj status sotsialnyh setej v sisteme mediakommunikatsij / A.G. Donskih // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Filologiya. ZHurnalistika. – 2020. – № 4. – S. 92–95.
5. Zozulya, D.A. Rol sotsialnyh media, poiskovyh sistem i mobilnyh prilozhenij v privlechenii i uderzhanii turistov / D.A. Zozulya // Vestnik nauki. – 2023. – № 12(69). – T. 4. – S. 129–134 [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa : <https://www.vestnik-nauki.rf/article/11839>.
6. Petrova, D.A. Rol sotsialnyh setej v prodvizhenii turisticheskogo produkta / D.A. Petrova, O.L. Panchenko // Kazanskij vestnik molodyh uchenyh. – 2021. – № 5(1). – S. 130–135.
7. Sarafanova, A.G. Vliyanie sotsialnyh setej na potrebitelej turizma / A.G. Sarafanova, A.A. Sarafanov // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geografiya. Geoekologiya. – 2022. – № 1. – S. 28–35.

Features of the Promotion of the Tourism Business in Social Networks at the Present Stage

E.K. Skoromets

Pacific State University, Khabarovsk (Russia)

Key words and phrases: social networks; marketing; digital marketing; strategy; tourism; tourism product; innovation; strategy.

Abstract. The tourism industry is a promising area of social and economic development of the regions. Digital transformation is crucial in determining the marketing guidelines of companies. Achieving a competitive advantage in the modern world requires more than modernizing the existing marketing policy. To do this, it is necessary to understand that the nature of competitive advantages has changed, and the use of digital marketing tools is not enough to ensure the competitiveness of tourism products. The relevance of the study is due to the presence of important trends that stimulate changes in tourism activities. In order to achieve sustainable results and maintain competitiveness, more reasonable and effective marketing policy methods will be required. Such a transformation will help tourism enterprises move to the most effective marketing tools. Research results: based on the study of transforming companies, a marketing strategy has been developed with the help of which it is possible to change sales channels and increase competitiveness in the digital age.

© E.K. Скоромец, 2024

List of Authors

Aleksandrova L.N. – Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Higher School of Industrial and Civil Engineering, Pacific State University, Khabarovsk (Russia), e-mail: 000448@pnu.edu.ru

Александрова Л.Н. – кандидат технических наук, доцент Высшей школы промышленного и гражданского строительства Тихоокеанского государственного университета, г. Хабаровск (Россия), e-mail: 000448@pnu.edu.ru

Nosenko M.O. – Senior Lecturer, Higher School of Industrial and Civil Engineering, Pacific National University, Khabarovsk (Russia), e-mail: 005654@pnu.edu.ru

Носенко М.О. – старший преподаватель Высшей школы промышленного и гражданского строительства Тихоокеанского государственного университета, г. Хабаровск (Россия), e-mail: 005654@pnu.edu.ru

Zubarev K.P. – Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of General and Applied Physics, National Research Moscow State University of Civil Engineering; Lecturer, Department of Heat and Gas Supply and Ventilation, National Research Moscow State University of Civil Engineering; Senior Researcher, Laboratory of Construction Thermal Physics, Research Institute of Construction Physics of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences; Associate Professor, Department of Construction Technologies and Structural Materials, Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia; Leading Researcher, Scientific Center for Construction Engineering and Technologies, Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia, Moscow (Russia), e-mail: zubarevkirill93@mail.ru

Зубарев К.П. – кандидат технических наук, доцент кафедры общей и прикладной физики Национального исследовательского Московского государственного строительного университета; преподаватель кафедры теплогазоснабжения и вентиляции Национального исследовательского Московского государственного строительного университета; старший научный сотрудник лаборатории строительной теплофизики Научно-исследовательского института строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук; доцент кафедры технологий строительства и конструкционных материалов Российского университета дружбы народов имени Патриса Лумумбы; ведущий научный сотрудник научного центра техники и технологий строительства Российского университета дружбы народов имени Патриса Лумумбы, г. Москва (Россия), e-mail: zubarevkirill93@mail.ru

Zobnina Yu.S. – Student, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow (Russia), e-mail: selma.inufo@gmail.com

Зобнина Ю.С. – студент Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, г. Москва (Россия), e-mail: selma.inufo@gmail.com

Sapronova Yu.A. – Student, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow (Russia), e-mail: ho5metown@gmail.com

Сапронова Ю.А. – студент Национального исследовательского Московского государственного

ного строительного университета, г. Москва (Россия), e-mail: ho5metown@gmail.com

Fedoseev V.D. – Student, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow (Russia), e-mail: fedosseev.vs@gmail.com

Федосеев В.Д. – студент Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, г. Москва (Россия), e-mail: fedosseev.vs@gmail.com

Budnik F.A. – Student, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow (Russia), e-mail: f33440508@gmail.com

Будник Ф.А. – студент Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, г. Москва (Россия), e-mail: f33440508@gmail.com

Medvedeva G.A. – Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Thermal Power Engineering, Gas Supply and Ventilation, Kazan State University of Architecture and Civil Engineering, Kazan (Russia), e-mail: medvedevaga79@mail.ru

Медведева Г.А. – кандидат технических наук, доцент кафедры теплоэнергетики, газоснабжения и вентиляции Казанского государственного архитектурно-строительного университета, г. Казань (Россия), e-mail: medvedevaga79@mail.ru

Yusupova A.A. – Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Technology of Inorganic Substances and Materials, Kazan National Research Technological University, Kazan (Russia), e-mail: alsu16rus@yandex.ru

Юсупова А.А. – доктор технических наук, профессор кафедры технологии неорганических веществ и материалов Казанского национального исследовательского технологического университета, г. Казань (Россия), e-mail: alsu16rus@yandex.ru

Iksanova A.B. – Student, Kazan State University of Architecture and Civil Engineering, Kazan (Russia), e-mail: iksanova.a@list.ru

Иксанова А.Б. – студент Казанского государственного архитектурно-строительного университета, г. Казань (Россия), e-mail: iksanova.a@list.ru

Yarullina L.R. – Student, Kazan State University of Architecture and Civil Engineering, Kazan (Russia), e-mail: Yarullinal04.07@gmail.com

Яруллина Л.Р. – студент Казанского государственного архитектурно-строительного университета, г. Казань (Россия), e-mail: Yarullinal04.07@gmail.com

Pilyai I.V. – Lecturer, Department of Information Systems, Technologies and Automation in Construction, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow (Russia), e-mail: aipliyay@gmail.com

Пиляй И.В. – преподаватель кафедры информационных систем, технологий и автоматизации в строительстве Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, г. Москва (Россия), e-mail: aipliyay@gmail.com

Lapidus A.A. – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Technology and Organization of Construction Production, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow (Russia), e-mail: lapidus58@mail.ru

Лapidус А.А. – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии и организации строительного производства Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, г. Москва (Россия), e-mail: lapidus58@mail.ru

Sabanchieva M.Kh. – Postgraduate Student, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow (Russia), e-mail: kangezova97@mail.ru

Сабанчиева М.Х. – аспирант Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, г. Москва (Россия), e-mail: kangezova97@mail.ru

Zolotareva M.V. – Candidate of Architecture, Deputy Dean for Research, Associate Professor, Department of History and Theory of Architecture, St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, St. Petersburg (Russia), e-mail: ahistory@spbgasu.ru; goldmile@yandex.ru

Золотарева М.В. – кандидат архитектуры, заместитель декана по научной работе, доцент кафедры истории и теории архитектуры Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета, г. Санкт-Петербург (Россия), e-mail: ahistory@spbgasu.ru; goldmile@yandex.ru

Peteshova A.M. – Student, St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, St. Petersburg (Russia), e-mail: peteshovaa@mail.ru

Петешова А.М. – студент Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета, г. Санкт-Петербург (Россия), e-mail: peteshovaa@mail.ru

Ponomarev A.V. – Associate Professor, Department of History and Theory of Architecture, St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, St. Petersburg (Russia), e-mail: arbi93@yandex.ru

Пономарев А.В. – доцент кафедры истории и теории архитектуры Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета, г. Санкт-Петербург (Россия), e-mail: arbi93@yandex.ru

Yu Yunmin – Associate Professor, Heihe University, Heihe (China), e-mail: cjsuj_dkz@mail.ru

Юй Юнмин – доцент Хэйхэского университета, г. Хэйхэ (Китай), e-mail: cjsuj_dkz@mail.ru

Wang Luyang – Associate Professor, Heihe University, Heihe (China), e-mail: cjsuj_dkz@mail.ru

Ван Луюн – доцент Хэйхэского университета, г. Хэйхэ (Китай), e-mail: cjsuj_dkz@mail.ru

Meng Hongxin – Laboratory Assistant, Heihe University, Heihe (China), e-mail: cjsuj_dkz@mail.ru

Мэнь Хунсинь – лаборант Хэйхэского университета, г. Хэйхэ (Китай), e-mail: cjsuj_dkz@mail.ru

Kazakov S.D. – Postgraduate Student, Lecturer, Department of Engineering Graphics and Computer Modeling, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow (Russia), e-mail: KazakovSD@mgsu.ru

Казакон С.Д. – аспирант, преподаватель кафедры инженерной графики и компьютерно-

го моделирования Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, г. Москва (Россия), e-mail: KazakovSD@mgsu.ru

Fedorov S.S. – Vice President for Qualification Development, BIM Association, Moscow (Russia), e-mail: FedorovSS@mgsu2.ru

Федоров С.С. – вице-президент по развитию квалификаций БИМ-Ассоциации, г. Москва (Россия), e-mail: FedorovSS@mgsu2.ru

Kornev D.A. – Lecturer, Department of Engineering Graphics and Computer Modeling, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow (Russia), e-mail: KornevDA@mgsu.ru

Корнев Д.А. – преподаватель кафедры инженерной графики и компьютерного моделирования Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, г. Москва (Россия), e-mail: KornevDA@mgsu.ru

Etrel A.G. – Master's Student, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow (Russia), e-mail: etrel.a.g@yandex.ru

Этрель А.Г. – магистрант Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, г. Москва (Россия), e-mail: etrel.a.g@yandex.ru

Gatiatullina R.A. – Master's Student, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow (Russia), e-mail: gatiatullina.regina@mail.ru

Гатиатуллина Р.А. – магистрант Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, г. Москва (Россия), e-mail: gatiatullina.regina@mail.ru

Muchkinova L.I. – Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Electric Power Engineering, Metrology and Forestry Technologies, Ukhta State Technical University, Ukhta (Russia), e-mail: muchkinovali@mail.ru

Мучкинова Л.И. – кандидат технических наук, доцент кафедры электроэнергетики, метрологии и лесопромышленных технологий Ухтинского государственного технического университета, г. Ухта (Россия), e-mail: muchkinovali@mail.ru

Savych V.L. – Candidate of Science (Engineering), Head of the Department of Mechanics, Ukhta State Technical University, Ukhta (Russia), e-mail: vsavich@ugtu.net

Савич В.Л. – кандидат технических наук, заведующий кафедрой механики Ухтинского государственного технического университета, г. Ухта (Россия), e-mail: vsavich@ugtu.net

Otev K.S. – Postgraduate Student, Ukhta State Technical University, Ukhta (Russia), e-mail: otev.kirill@mail.ru

Отев К.С. – аспирант Ухтинского государственного технического университета, г. Ухта (Россия), e-mail: otev.kirill@mail.ru

Zaitseva I.V. – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Head of the Department of Higher Mathematics and Physics, Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg (Russia), e-mail: irina.zaitseva.stv@yandex.ru

- Зайцева И.В.** – кандидат физико-математических наук, заведующий кафедрой высшей математики и физики Российского государственного гидрометеорологического университета, г. Санкт-Петербург (Россия), e-mail: irina.zaitseva.stv@yandex.ru
- Filimonov A.A.** – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Department of Tactical and Special Training, Stavropol Branch of the Krasnodar University of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation, Stavropol (Russia), e-mail: afilemon12010@mail.ru
- Филимонов А.А.** – кандидат педагогических наук, доцент кафедры тактико-специальной подготовки Ставропольского филиала Краснодарского университета Министерства внутренних дел Российской Федерации, г. Ставрополь (Россия), e-mail: afilemon12010@mail.ru
- Puchkova E.M.** – Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of Economics, Management and Information Technology, Nevinnomyssk State Humanitarian and Technical Institute, Nevinnomyssk (Russia), e-mail: puchkova_em@mail.ru
- Пучкова Е.М.** – кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики, управления и информационных технологий Невинномысского государственного гуманитарно-технического института, г. Невинномысск (Россия), e-mail: puchkova_em@mail.ru
- Demchuk A.A.** – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Department of Mathematics, Military Educational and Scientific Center of the Air Force “Air Force Academy named after Professor N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin”, Voronezh (Russia), e-mail: angel_2268@mail.ru
- Демчук А.А.** – кандидат педагогических наук, доцент кафедры математики Военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж (Россия), e-mail: angel_2268@mail.ru
- Taksimov A.B.** – Master of Science in Civil Engineering and Urban Design in Development, Head of the City Center for Monitoring and Rapid Response under the Akimat of Astana, Astana (Kazakhstan), e-mail: Askar.taximov@yandex.ru
- Таксимов А.Б.** – магистр, руководитель Городского центра мониторинга и оперативного реагирования при акимате города Астаны, г. Астана (Казахстан), e-mail: Askar.taximov@yandex.ru
- Satvaldina D.R.** – Master, Manager of the City Center for Monitoring and Rapid Response under the Akimat of Astana, Astana (Kazakhstan), e-mail: dsatvald@gmail.com
- Сатвальдина Д.Р.** – магистр, менеджер Городского центра мониторинга и оперативного реагирования при акимате города Астаны, г. Астана (Казахстан), e-mail: dsatvald@gmail.com
- Voronkova O.V.** – Doctor of Economics, Professor, Department of Environmental Economics and Accounting Systems, Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg (Russia), e-mail: nauka-bisnes@mail.ru
- Воронкова О.В.** – доктор экономических наук, профессор кафедры экономики природопользования и учетных систем Российского государственного гидрометеорологического

го университета, г. Санкт-Петербург (Россия), e-mail: nauka-bisnes@mail.ru

Menshakova M.A. – Student, Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg (Russia), e-mail: nauka-bisnes@mail.ru

Меньшакова М.А. – студент Российского государственного гидрометеорологического университета, г. Санкт-Петербург (Россия), e-mail: nauka-bisnes@mail.ru

Gribanovskaya S.V. – Senior Lecturer, Department of Economics of Environmental Enterprises and Accounting Systems, Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg (Russia), e-mail: nauka-bisnes@mail.ru

Грибановская С.В. – старший преподаватель кафедры экономики предприятия природопользования и учетных систем Российского государственного гидрометеорологического университета, г. Санкт-Петербург (Россия), e-mail: nauka-bisnes@mail.ru

Semenova Yu.E. – Associate Professor, Department of Environmental Enterprise Economics and Accounting Systems, Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg (Russia), e-mail: semenjulia69@mail.ru

Семенова Ю.Е. – доцент кафедры экономики предприятия природопользования и учетных систем Российского государственного гидрометеорологического университета, г. Санкт-Петербург (Россия), e-mail: semenjulia69@mail.ru

Bikezina T.V. – Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of Environmental Enterprise Economics and Accounting Systems, Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg (Russia), e-mail: semenjulia69@mail.ru

Бикезина Т.В. – кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики предприятия природопользования и учетных систем Российского государственного гидрометеорологического университета, г. Санкт-Петербург (Россия), e-mail: semenjulia69@mail.ru

Skoromets E.K. – Candidate of Sociological Sciences, Associate Professor of the Higher School of Media, Communications and Service of the Pacific National University, Khabarovsk (Russia), e-mail: elena.skoromets@mail.ru

Скоромец Е.К. – кандидат социологических наук, доцент Высшей школы медиа, коммуникаций и сервиса Тихоокеанского государственного университета, г. Хабаровск (Россия), e-mail: elena.skoromets@mail.ru

FOR NOTES

COMPONENTS OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL PROGRESS
№ 4(94) 2024
SCIENTIFIC AND PRACTICAL JOURNAL

Manuscript approved for print 22.04.24
Format 60.84/8
Conventional printed sheets 13.95
Published pages 6.83
200 printed copies

16+

Printed by Zonari Leisure LTD. Paphos