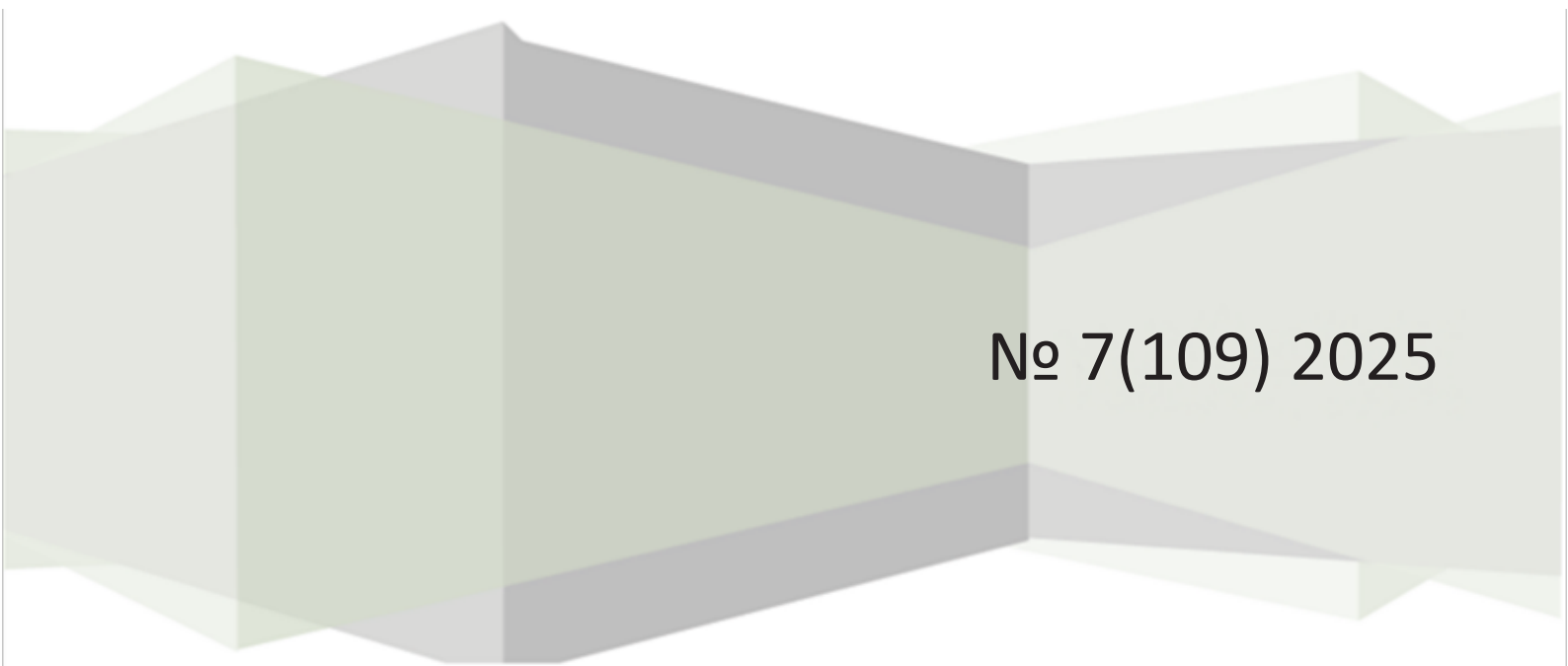


ISSN 1997-9347

Components of Scientific and Technological Progress

SCIENTIFIC AND PRACTICAL JOURNAL



№ 7(109) 2025

Paphos, Cyprus, 2025

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:
Viktoria Solodova

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)

Pukharensky Yuri 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

- Кондауров П.П., Ганьшин Д.О.** Метод комплексного расчета теплового баланса и вентиляционного режима тепличного хозяйства при использовании газовых инфракрасных нагревателей..... 6
- Латушкин А.П.** Использование модуля nRF24L01+ в качестве Bluetooth Low Energy устройства для передачи данных о состоянии микроклимата помещений11

Технология и организация строительства

- Аминев А.М., Мухаметзянов З.Р., Сибгатуллин Э.С.** Разработка технологий машинного обучения и нейронных сетей для классификации дефектов и нарушений в строительстве 17
- Гермек В.В., Лоткин В.С., Самсонов Р.О.** Применение технологий искусственного интеллекта и цифровых двойников при проектировании и строительстве зданий в России 22

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

- Пугачева Е.А., Ким А.А., Варанцовян С.Г.** «Китайское барокко» как результат слияния классических западноевропейских канонов и традиций китайской архитектуры..... 33

Математические, статистические и инструментальные методы экономики

- Зайцева И.В., Володько Р.И., Бондарь В.В., Шлаев Д.В.** Моделирование конкурентного ценообразования..... 44

Мировая экономика

- Юдина А.М.** Интернационализация глобальных процессов в сфере IT-индустрии 51

Менеджмент

- Анцупова С.Г., Борисова Д.Б.** Искусственный интеллект в вузе: подготовка к будущему или угроза традициям 56
- Славолюбова Я.В., Буйная Е.В., Артамонов В.В., Скрябин А.А.** Разработка программного обеспечения для анализа IT-инфраструктуры предприятия..... 61
- Юдина А.М.** Оптимизация управленческих решений для повышения эффективности профессорско-преподавательского состава в высшем образовании на основе социально-психологических детерминант 73
- Юдина А.М.** Цифровая трансформация кризисного менеджмента: вызовы и возможности..... 78

Contents

Heating, Ventilation, Air Conditioning, Gas Supply and Lighting

- Kondaurov P.P., Ganshin D.O.** A Method of Comprehensive Calculation of Thermal Balance and Ventilation Mode of Greenhouse Farms Using Gas Infrared Heaters..... 6
- Latushkin A.P.** Using the NRF24L01+ Module as a Bluetooth Low Energy Device for Transmitting Indoor Climate Data11

Construction Technology and Management

- Aminev A.M., Mukhametzyanov Z.R., Sibgatullin E.S.** Development of Machine Learning Technologies and Neural Networks for Classifying Defects and Violations in Construction 17
- Germek V.V., Lotkin V.S., Samsonov R.O.** Application of Artificial Intelligence and Digital Twin Technologies in Building Design and Construction In Russia 22

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

- Pugacheva E.A., Kim A.A., Varantsovyan S.G.** «Chinese Baroque» as a Result of Fusion of Classical Western European Canons and Traditions of Chinese Architecture 33

Mathematical, Statistical and Instrumental Methods of Economics

- Zaitseva I.V., Volodko R.I., Bondar V.V., Shlaev D.V.** Competitive Pricing Modeling.... 44

World Economy

- Yudina A.M.** Internationalization of Global Processes in the IT Industry 51

Management

- Antsupova S.G., Borisova D.B.** Advanced Training: Preparation at University and at Work..... 56
- Slavolyubova Ya.V., Buinaya E.V., Artamonov V.V., Skryabin A.A.** Development of Software for the Analysis of the Enterprise IT Infrastructure 61
- Yudina A.M.** Optimization of Management Decisions to Improve the Efficiency of the Teaching Staff in Higher Education Based on Socio-Psychological Determinants..... 73
- Yudina A.M.** Digital Transformation of Crisis Management: Challenges and Opportunities..... 78

УДК 631.363:697.7:697.9

Метод комплексного расчета теплового баланса и вентиляционного режима тепличного хозяйства при использовании газовых инфракрасных нагревателей

П.П. Кондауров, Д.О. Ганьшин

*Институт архитектуры и строительства
ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный
технический университет»,
г. Волгоград (Россия)*

Ключевые слова и фразы: ассимиляция вредных веществ; выделение вредных веществ; газовая горелка.

Аннотация. Целью исследования является определение теплового баланса теплицы и количества воздуха, необходимого для ассимиляции выделяемых вредностей.

Задачами исследования являются определение теплопотребления тепличного хозяйства и выявление зависимости расхода приточного воздуха для ассимиляции от типа растений.

Гипотеза исследования заключается в том, что для каждого растения своя допустимая концентрация вредных веществ, что напрямую влияет на количество воздуха, необходимого для ассимиляции вредностей, поступающих от инфракрасных газогорелочных устройств.

Методы исследования: проведен численный метод исследований, основанный на анализе массива расчетных данных о теплотехнических характеристиках теплиц.

Тепловые потери здания или сооружения зависят от площади ограждающих конструкций и их термических сопротивлений. В случае отсутствия информации о конструкции и толщине ограждений термическое сопротивление определяется исходя из двух условий:

- обеспечение нормируемого теплового потока (**ГСОП**);
- обеспечение температуры на внутренней поверхности ограждающей конструкции, которая исключает процесс конденсации водяного пара.

Ввиду отсутствия нормативных требований к теплозащитным свойствам ограждающих конструкций теплиц термическое сопротивление и толщина поликарбоната определяются исходя из требуемой температуры на внутренней поверхности теплицы. Для объектов с повышенной влажностью атмосферы максимальный перепад температуры, который исключает конденсацию водяного пара на внутренних поверхностях ограждающих конструкций, составляет 9,3 °С.

Приведенное сопротивление теплопередаче однородной наружной стены, ($\text{м}^2 \cdot \text{°С}$)/Вт,

определяется по формуле [1]:

$$R^{\text{req}} = \frac{n(t_b - t_n^b)}{\Delta t_n \cdot \alpha_b}, \quad (1)$$

где n – коэффициент, учитывающий зависимость положения наружной поверхности ограждающей конструкции к наружному воздуху, $n = 1$; Δt_n – нормируемый перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, принимаемый по [2], °C; t_b – температура внутреннего воздуха, °C; t_n^b – температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки, °C.

Ориентировочное значение толщины ограждающей конструкции определяется по выражению:

$$\delta = R^{\text{req}} \cdot \lambda, \quad (2)$$

где λ – расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя Вт/(м · °C).

Фактическую толщину стены теплицы определяют путем подбора ближайшего большего стандартного значения толщины поликарбоната.

Фактическое сопротивление теплопередаче (м² · °C/Вт) стены, вычисляемое по формуле:

$$R_{\phi} = \frac{1}{\alpha_b} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_n}, \quad (3)$$

где α_b – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, Вт/(м² · °C) [3]; δ – толщина слоя, м; α_n – коэффициент теплоотдачи (для зимних условий) наружной поверхности ограждающей конструкции, Вт/(м² · °C) [3].

Зная фактические теплотехнические характеристики ограждающих конструкций теплицы, определяют теплотери в окружающую среду.

В общем тепловом балансе теплицы необходимо учесть не только тепловые потери через ограждающие конструкции, но и тепло, затрачиваемое на нагрев поливочной воды.

Тепловой поток на нагрев поливочной воды определяется по формуле:

$$Q_{\text{вод}} = c \cdot G \cdot (t_{\text{кон}} - t_{\text{нач}}), \quad (4)$$

где c – удельная теплоемкость воды, кДж · кг/°C; G – расчетный расход воды, принимаемый исходя из формулы (10), т/ч; $t_{\text{кон}}$ – рекомендуемая температура для полива почвы, °C; $t_{\text{нач}}$ – температура воды, поступающей из центрального водоснабжения, °C.

Суммарный тепловой поток на отопление и нагрев поливочной воды составит:

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{отр}} + Q_{\text{вод}}, \quad (5)$$

В случае выбора в качестве источника тепла инфракрасных горелок их количество может быть рассчитано по выражению:

$$n = \frac{Q_{\text{общ}}}{Q_{\text{гор}}}. \quad (6)$$

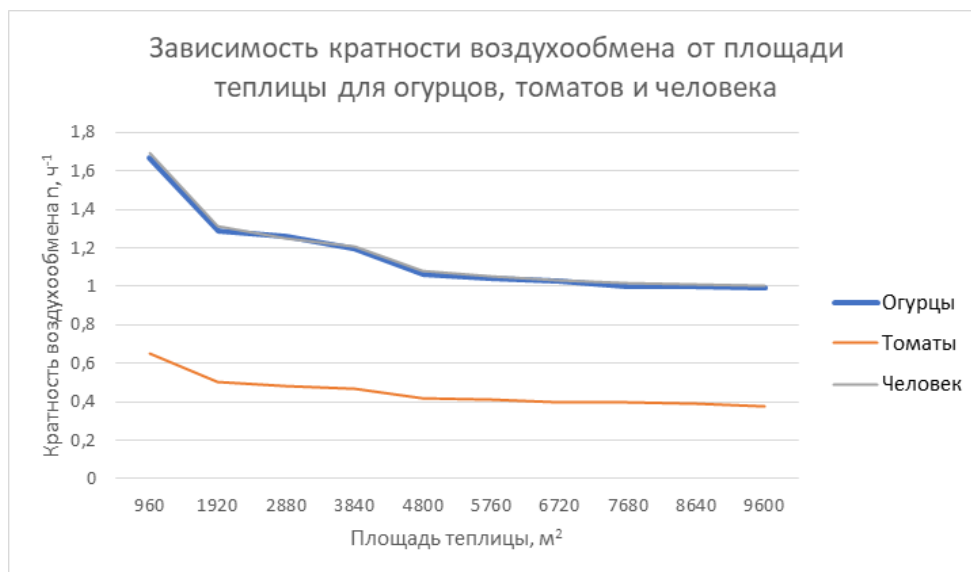


Рис. 1. Зависимость кратности воздухообмена от площади теплицы

Количество углекислого газа и водяных паров прямо пропорционально объему газа, сжигаемого в инфракрасной горелке, и может быть определено по формуле:

$$Q_{CO_2} = Q_{ГИИ} \cdot V_{CO_2}' \cdot n, \quad (7)$$

$$Q_{H_2O} = Q_{ГИИ} \cdot V_{H_2O}' \cdot n, \quad (8)$$

где $Q_{ГИИ}$ – расчетный расход газа, сжигаемый в инфракрасных горелках, м³/ч; V_{CO_2}' – объем углекислого газа в продуктах сгорания, м³/м³; V_{H_2O}' – объем водяных паров в продуктах сгорания, м³/м³; n – количество инфракрасных газогорелочных устройств, установленных в теплице.

Расход приточного воздуха $g_{вп}$, м³/с, необходимого для ассимиляции выделяемых загрязнений с учетом допустимой концентрации загрязнений в помещении, вычисляют по формуле:

$$g_{вп} = \frac{g_{м,Е}}{C_{пдк}}, \quad (9)$$

где $g_{м,Е}$ – интенсивность выделения загрязнений в помещении зависит от объема углекислого газа, мг/с; $C_{пдк}$ – допустимая концентрация выделения загрязнений в помещении, мг/м³.

По приведенному выражению возможно определить расход приточного воздуха с привязкой к площади теплицы и количеству газогорелочных устройств, но при этом стоит помнить, что суммарная тепловая мощность горелок и, как следствие, их количество должны учитывать тепловой поток, затрачиваемый на нагрев приточного воздуха, который, в свою очередь, зависит от количества горелок. Чтобы не прибегать в расчетах к методу итерации, авторы предлагают методику, позволяющую с помощью функциональных зависимостей определять кратность воздухообмена в зависимости от площади теплицы или количества

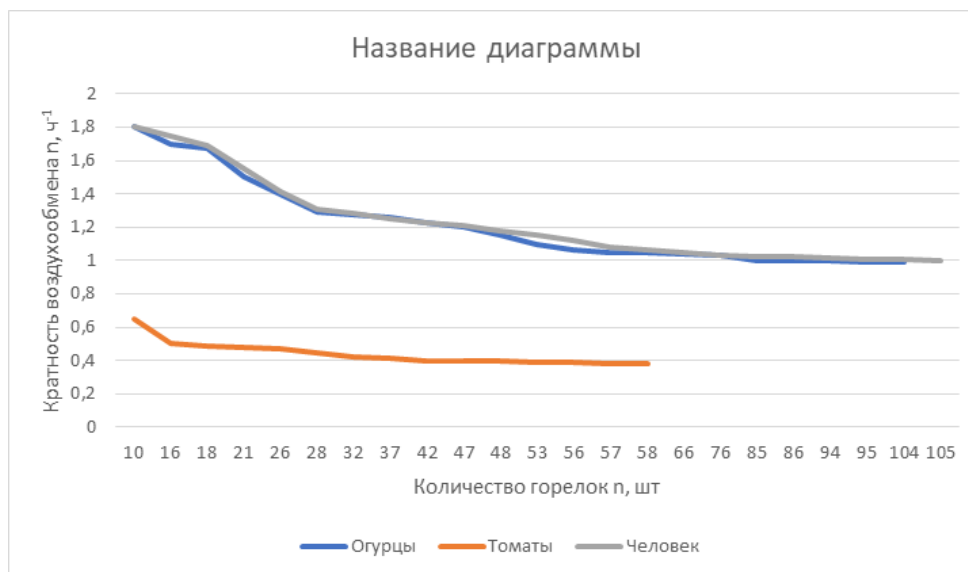


Рис. 2. Зависимость кратности воздухообмена от количества ГИИ

газовых горелок инфракрасного излучения, установленных для отопления.

На рис. 1 представлена зависимость кратности воздухообмена от площади теплицы при различных требованиях к микроклиматическому составу атмосферы в части требований, предъявляемых к концентрации диоксида углерода.

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод о том, что расход воздуха для ассимиляции вредных веществ напрямую зависит от требований к составу атмосферы теплицы. Стоит отметить, что рост овощных культур зависит от концентрации диоксида углерода, то есть при недостаточной или избыточной концентрации урожайность будет снижаться, поэтому это необходимо учитывать при выборе типа расположения горелок и расчете расхода воздуха.

Литература

1. Расчет тепловой мощности систем отопления и воздухообменов в помещениях гражданских зданий : методические указания к курсовому и дипломному проектированию / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Волгоградский государственный технический университет ; сост. О.Е. Коврина. – Волгоград : Изд-во ВолгГТУ.
2. СП 50.13330. 2018. Тепловая защита зданий. – М. : Минрегион РФ, 2019.
3. СП 23-101-2004. Проектирование тепловой защиты здания. – М. : Минрегион РФ, 2004.

References

1. Raschet teplovoy moshchnosti sistem otopeniya i vozdukhoobmenov v pomeshcheniyakh grazhdanskikh zdaniy : metodicheskiye ukazaniya k kursovomu i diplomnomu proyektirovaniyu / Ministerstvo nauki i vysshego obrazovaniya Rossiyskoy Federatsii, Volgogradskiy gosudarstvennyy tekhnicheskij universitet ; sost. O.Ye. Kovrina. – Volgograd : Izd-vo VolgGTU.
2. SP 50.13330. 2018. Teplovaya zashchita zdaniy. – M. : Minregion RF, 2019.

3. SP 23-101-2004. Proyektirovaniye teplovoy zashchity zdaniya. – M. : Minregion RF, 2004.
-

A Method of Comprehensive Calculation of Thermal Balance and Ventilation Mode of Greenhouse Farms Using Gas Infrared Heaters

P.P. Kondaurov, D.O. Ganshin

Volgograd State Technical University, Volgograd (Russia)

Key words and phrases: gas burner; emission of harmful substances; assimilation of harmful substances.

Abstract. The aim of the study is to determine the maximum permissible concentration of harmful substances in a greenhouse and to determine the amount of air required to assimilate harmful substances. The objectives of the study are to identify the dependence of the supply air flow rate for assimilation on the type of plants. The hypothesis of the study is that each plant has its own permissible concentration of harmful substances, which directly depends on the amount of air required for assimilation. Research methods included a numerical research method was carried out based on the analysis of an array of calculated data on the thermal characteristics of greenhouses.

© П.П. Кондауров, Д.О. Ганьшин, 2025

УДК 697.9

Использование модуля NRF24L01+ в качестве Bluetooth Low Energy устройства для передачи данных о состоянии микроклимата помещений

А.П. Латушкин

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

Ключевые слова и фразы: относительная влажность; параметры воздуха; параметры микроклимата; температура; *Arduino*; *DHT22*; *Bluetooth*; *Bluetooth Low Energy (BLE)*.

Аннотация. Целью работы стало улучшение комфортности пребывания людей в помещениях жилых и общественных зданий. Основной задачей стало обеспечение простой и дешевой передачи параметров воздуха. Использование модуля *NRF24L01+* позволило достичь поставленную цель с минимальными денежными затратами. Методы: обобщение, измерение и сравнение.

Для качественного регулирования параметров микроклимата помещений важно обеспечить надежную и своевременную передачу данных от места измерения к центральному процессору системы автоматизации или непосредственно к человеку. Данные можно передавать по проводам или по радиоканалу. Например, с использованием радиоволн с частотой 2,4 ГГц по протоколу *Bluetooth Low Energy*. Такой подход позволит эффективней и с наименьшими денежными затратами прогнозировать изменение состояние воздуха в помещениях и обеспечит надлежащую комфортность в обслуживаемой зоне для людей в помещении по требованиям Федерального закона № 384-ФЗ «Технический регламент «О безопасности зданий и сооружений» [1–3].

Протокол *BLE* разработан специально для устройств с низким энергопотреблением, таких как фитнес-трекеры, умные часы, датчики температуры и влажности, пульты дистанционного управления и т.д. Этот протокол поддерживается большинством современных смартфонов, планшетов и компьютеров. Важно, что он обладает простой структурой пакетов и возможностью быстрого подключения, что снижает сложность разработки и внедрения решений на его основе.

Модуль *NRF24L01+* – радиомодуль для беспроводной связи, основанный на чипе *Nordic Semiconductor* с рабочей частотой 2,4 ГГц. В качестве управляющего элемента используется платформа *Arduino*. Модуль подключается к плате *Arduino* по шине *SPI*.

Модуль *NRF24L01+* не предназначен для использования его в качестве полноценного *Bluetooth Low Energy* устройства. Однако его можно использовать для имитации. Суть такого подхода состоит в том, чтобы отправить пакет данных с *MAC* адресом, именем и

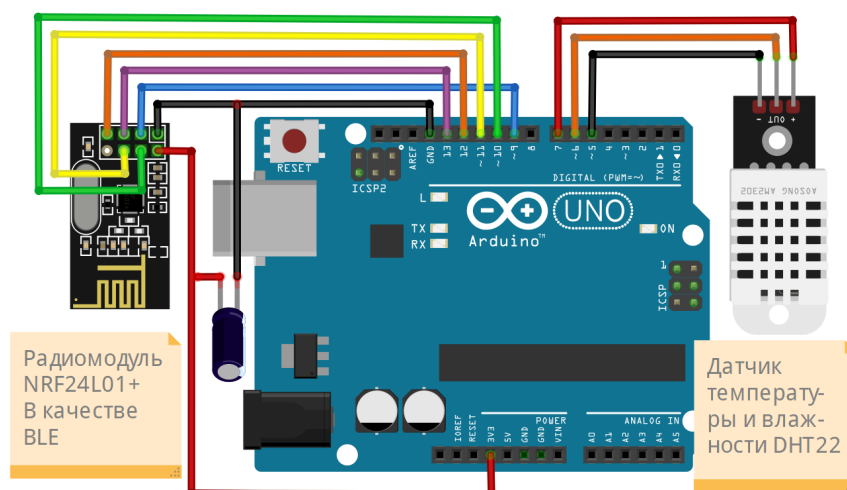


Рис. 1. Схема подключения модуля *NRF24L01+* и датчика *DHT22* к плате *Arduino UNO*

```
#include <BTLE.h> // библиотека для эмуляции BLE
#include <SPI.h>
#include <RF24.h> // библиотека для модуля NRF24L01+
#include <iarduino_DHT.h> // библиотека для датчика DHT

RF24 radio(9,10);
BTLE btle(&radio);
iarduino_DHT sensor(6); // датчик DHT подключён к 6 контакту

void setup() {
    pinMode(5, 1); digitalWrite(5, 1); pinMode(7, 1); // питание датчика DHT + и -
    btle.begin("TH1_00_00"); // запуск BLE
}

void loop() {
    sensor.read(); // чтение данных с датчика
    String sss="TH1"+String("\t")+String(sensor.tem)+String("\t")+String(sensor.hum);
    sss.replace(".", ",");
    char ccc[16]; sss.toCharArray(ccc, sizeof(ccc));

    btle.begin(ccc); // эмуляция устройства BLE
    btle.preparePacket(); btle.transmitPacket();

    btle.hopChannel(); // смена канала BLE (всего 3)
    delay(100);
}
```

Рис. 2. Программный код для платы *Arduino UNO* с модулем *NRF24L01+*, которая передает данные с датчика в имени *BLE* устройства

служебной информацией. В имени устройства или в блоке служебной информации можно передать данные с различных датчиков. Например, с датчика температуры и влажности *DHT22*.

Система сбора данных с датчиков выглядит следующем образом: датчик *DHT22* измеряет параметры воздуха, а плата *Arduino UNO* передает их через модуль *NRF24L01+* в окружающее пространство. Эта информация принимается на обычный смартфон, ноутбук с *Bluetooth* или другие устройства.

Такая система намного проще, чем при использовании модулей *NRF24L01+* в качестве приемника [4].

Схема подключения элементов представлена на рис. 1.

```

#include <BTLE.h> // библиотека для эмуляции BLE

#include <SPI.h>
#include <RF24.h> // библиотека для модуля NRF24L01+
#include <iarduino_DHT.h> // библиотека для датчика DHT

RF24 radio(9,10);
BTLE btle(&radio);
iarduino_DHT sensor(6); // датчик DHT подключён к 6 контакту

struct vlz {uint16_t service_uuid; uint8_t vlz_perc;};

void setup() {
  pinMode(5, 1); digitalWrite(5, 1); pinMode(7, 1); // питание датчика DHT + и -
  btle.begin("TH1"); // запуск BLE
}

void loop() {
  sensor.read(); // чтение данных с датчика

  nrf_service_data tem; tem.service_uuid = 0x1809; // подготовка данных (температура)
  tem.value = BTLE::to_nRF_Float(sensor.tem);

  vlz vlz_; vlz_.service_uuid = 0x180F; // подготовка данных (влажность)
  vlz_.vlz_perc = int(sensor.hum);

  btle.preparePacket(); // уточнение пакета BLE
  btle.addChunk(0x16, sizeof(tem), &tem);
  btle.addChunk(0x16, sizeof(vlz_), &vlz_);
  btle.transmitPacket();

  btle.hopChannel(); // смена канала BLE (всего 3)

  delay(100);
}

```

Рис. 3. Программный код для платы *Arduino UNO* с модулем *NRF24L01+*, которая передает данные с датчика в блоке служебной информации *BLE* устройства

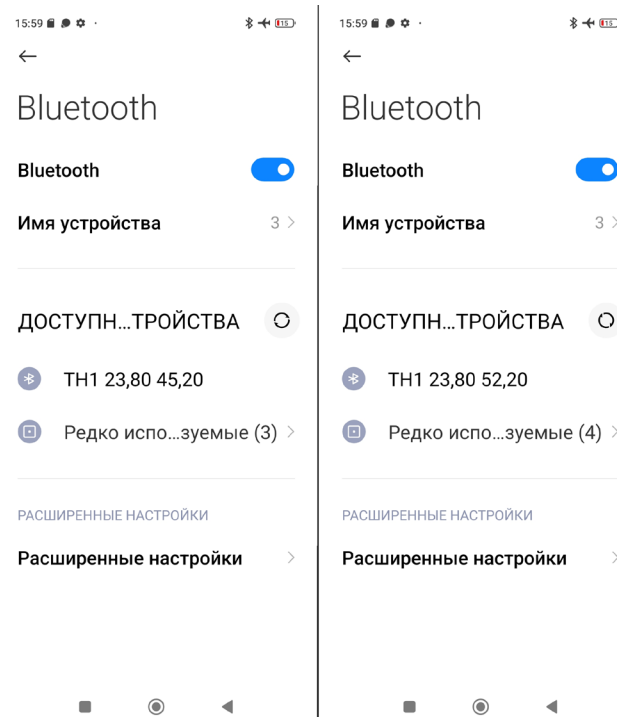


Рис. 4. Показания температуры и влажности во встроенном поиске *Bluetooth* устройств смартфона

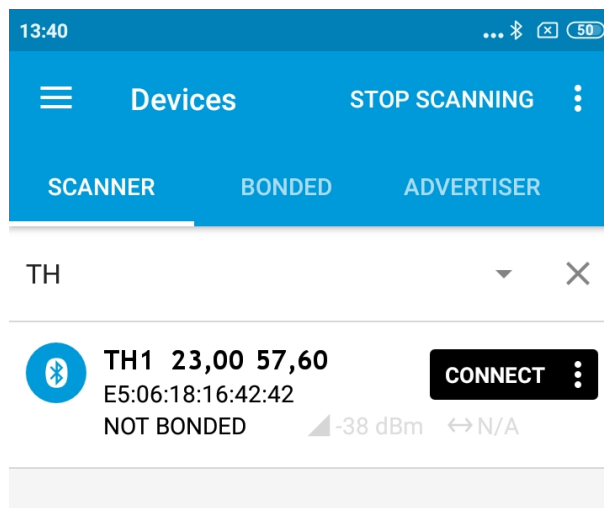


Рис. 5. Показания температуры и влажности в программе *NRF Connect* (данные передаются в имени *BLE* устройства)

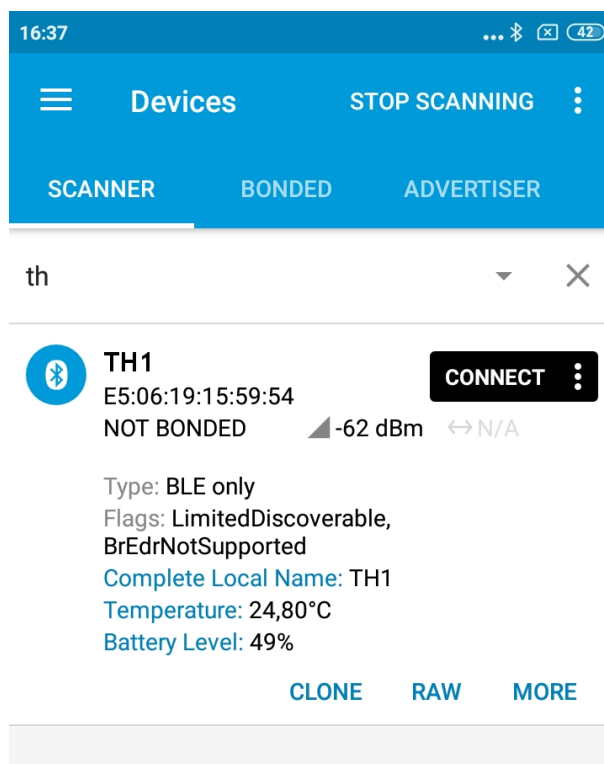


Рис. 6. Показания температуры и влажности в программе *NRF Connect* (данные передаются в блоке служебной информации *BLE* устройства)

На рис. 2 представлен программный код для передающей платы, когда показания датчика передаются в имени *BLE* устройства. А на рис. 3 представлен программный код для передачи данных в блоке служебной информации *BLE* устройства.

Данные с датчиков, которые получены на смартфон во встроенном поиске *Bluetooth* устройств, показаны на рис. 4 (видно изменение влажности воздуха).

Данные с датчиков, которые получены на смартфон в программе *NRF Connect*, показаны

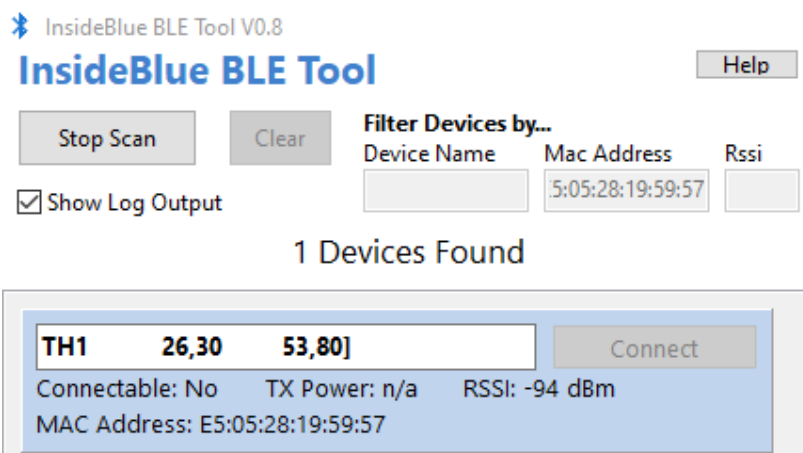


Рис. 7. Показания температуры и влажности в программе *InsideBlue BLE Tool* на ноутбуке с *Windows 10*

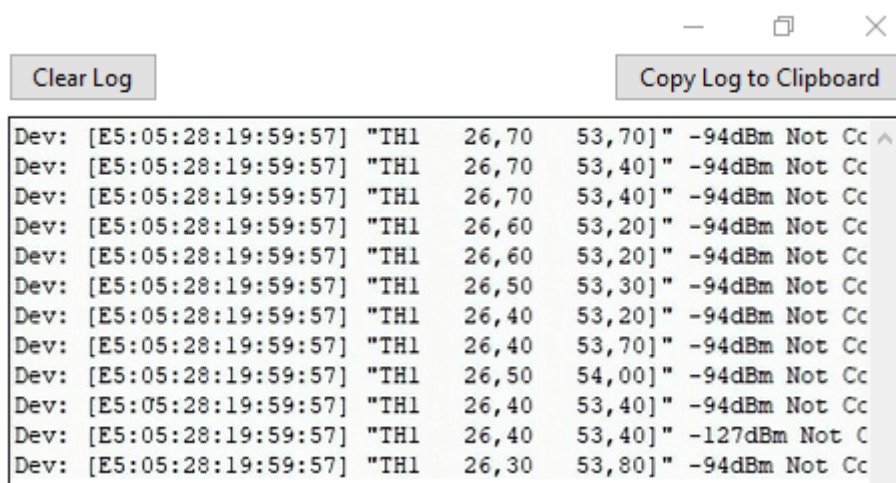


Рис. 8. Показания температуры и влажности в программе *InsideBlue BLE Tool* на ноутбуке с *Windows 10*

ны на рис. 5 и 6. А результат приема данных на ноутбук показан на рис. 7. На рис. 8 видно изменение параметров с течением времени.

В итоге получилась эффективная и дешевая система мониторинга параметров воздуха, которая использует недокументированные возможности радиомодуля *NRF24L01+*. Такую систему возможно использовать как в домашних условиях без дополнительного оборудования, так и в общественных зданиях в составе систем автоматизации и контроля параметров воздуха. Важно отметить, что данные не зашифрованы, что может быть неприемлемо в ряде ситуаций.

Литература

1. Иванов, В.Н. Влияние параметров климата на эксплуатацию систем теплообеспечения зданий / В.Н. Иванов, А.Н. Колодезникова // Перспективы науки. – 2021. – № 11(146). – С. 90–93.

2. Самарин, О.Д. Экспериментальная оценка температуры в помещении при интегральном регулировании климатических систем / О.Д. Самарин, А.Д. Петренко, С.В. Коваленко // Сантехника, Отопление, Кондиционирование. – 2025. – № 3(279). – С. 33–35.
3. Самарин, О.Д. Сравнение аналитических и численных методов расчета стационарных температурных полей в объектах строительства / О.Д. Самарин, Д.А. Кирушок // Энергосбережение и водоподготовка. – 2024. – № 1(147). – С. 52–56.
4. Латушкин, А.П. Разработка системы обработки и сохранения климатических данных с использованием радиомодулей NRF24L01+ / А.П. Латушкин // Перспективы науки. – 2023. – № 7(166). – С. 85–89.

References

1. Ivanov, V.N. Vliyaniye parametrov klimata na ekspluatatsiyu sistem teploobespecheniya zdaniy / V.N. Ivanov, A.N. Kolodeznikova // Perspektivy nauki. – 2021. – № 11(146). – С. 90–93.
2. Samarina, O.D. Eksperimental'naya otsenka temperatury v pomeshchenii pri integral'nom regulirovanii klimaticheskikh sistem / O.D. Samarina, A.D. Petrenko, S.V. Kovalenko // Santechnika, Otopleniye, Konditsionirovaniye. – 2025. – № 3(279). – С. 33–35.
3. Samarina, O.D. Sravneniye analiticheskikh i chislennykh metodov rascheta statsionarnykh temperaturnykh poley v ob'yektakh stroitel'stva / O.D. Samarina, D.A. Kirushok // Energoberezheniye i vodopodgotovka. – 2024. – № 1(147). – С. 52–56.
4. Latushkin, A.P. Razrabotka sistemy obrabotki i sokhraneniya klimaticheskikh dannyykh s ispol'zovaniyem radiomoduley NRF24L01+ / A.P. Latushkin // Perspektivy nauki. – 2023. – № 7(166). – С. 85–89.

Using the NRF24L01+ Module as a Bluetooth Low Energy Device for Transmitting Indoor Climate Data

A.P. Latushkin

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

Key words and phrases: microclimate parameters; temperature; relative humidity; air parameters; DHT22; Bluetooth; BLE; Arduino.

Abstract. The aim of the study was to improve the comfort of people staying in residential and public buildings. The main task was to ensure a simple and cheap transfer of air parameters. Using the NRF24L01+ module made it possible to achieve this goal with minimal financial costs. Methods included generalization, measurement and comparison.

© А.П. Латушкин, 2025

УДК 69.001.5

Разработка технологий машинного обучения и нейронных сетей для классификации дефектов и нарушений в строительстве

А.М. Аминев¹, З.Р. Мухаметзянов¹, Э.С. Сибгатуллин²

¹ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г. Уфа;

²Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский федеральный университет», г. Набережные Челны (Россия)

Ключевые слова и фразы: автоматизация; безопасность; качество; классификация; машинное обучение; нейронные сети; строительство.

Аннотация. Цель исследования – разработка автоматизированных систем классификации строительных дефектов и нарушений для повышения эффективности управления качеством строительства. Основные задачи включают изучение потенциальных возможностей автоматизации процессов классификации дефектов и нарушений, создание веб-приложения для автоматизации процесса и тестирование моделей на реальных примерах. Гипотеза состоит в том, что применение машинного обучения повышает точность диагностики, снижает затраты труда и времени, уменьшает влияние человеческого фактора. В рамках исследования использовались методы, базирующиеся на использовании языка программирования *Python* с использованием микро-фреймворка *Flask* для реализации веб-приложения. Результаты исследования подтвердили высокую эффективность созданных систем, продемонстрировав перспективность машинного обучения для повышения качества инженерных обследований и экономии средств.

Введение

Современное строительство требует строгого соблюдения стандартов качества и безопасности, что делает управление качеством одним из важнейших аспектов успешной реализации строительных проектов. Выявление и классификация дефектов и нарушений играют ключевую роль в обеспечении соответствия строительным нормам и правилам, минимизации рисков и повышении общей эффективности строительных процессов. Тра-

диционные методы выявления дефектов и нарушений, такие как визуальные осмотры и экспертизы, хотя и широко применяются, имеют ряд недостатков: они трудоемки, дороги и подвержены субъективному мнению экспертов. Внедрение современных технологий машинного обучения и нейронных сетей способно значительно повысить эффективность процесса выявления и классификации дефектов, предоставляя более точные и быстрые результаты.

Основная цель разработки заключается в повышении эффективности управления качеством строительства посредством внедрения автоматизированных систем, основанных на передовых методах технологий машинного обучения и нейронных сетей [1–4].

Описание разработанных веб-приложений. Основные особенности

Проект разработан на языке программирования *Python* с использованием микрофреймворка *Flask* для реализации веб-приложения, которое предоставляет два разных алгоритма классификации текстов на основе введенных данных пользователя или загруженного файла *Excel*.

Приложение 1. Классификация строительных дефектов использует обученную модель логистической регрессии (*LR*). *LR* является широко используемым алгоритмом классификации, который отлично справляется с задачами бинарной классификации. Модель является простой и эффективной, она хорошо подходит для задач, где число признаков не очень велико.

Приложение 2. Классификация нарушений использует две разные модели – *LR* и многослойный перцептрон (*MLP*). Модель *LR* в Приложении 2 аналогична модели Приложения 1, но имеет некоторые изменения в подходе к решению задачи.

Модель *MLP* в Приложении 2 использует архитектуру нейронной сети с несколькими скрытыми слоями. Это обеспечивает способность модели учиться более сложным закономерностям в данных и решать задачи, где число признаков очень велико. Модель *MLP* также имеет возможность обнаруживать нелинейные отношения между признаками.

LR – простая и эффективная модель для задач бинарной классификации, хорошо подходит для задач с небольшим количеством признаков.

MLP – более сложная модель, способная учиться трудным закономерностям в данных, хорошо подходит для задач с большим количеством признаков и нелинейными отношениями.

Исходные данные

Для обучения моделей использовались различные источники данных, соответствующие специфике решаемых задач. В частности, для приложений были использованы следующие наборы данных.

Приложение 1. Классификация строительных дефектов.

Основной источник данных для этого приложения составили замечания инспекторов строительного контроля, выданные на подконтрольных объектах по всей стране. Эти данные были представлены в формате таблиц *Excel*. Дополнительно для повышения точности классификации использовался Классификатор основных видов дефектов в строительстве и промышленности строительных материалов [5]. Этот документ позволил обеспечить единообразие и структурированность в разметке данных, что положительно сказалось на качестве обученной модели логистической регрессии.

Приложение 2. Классификация нарушений.

Для второго приложения исходные данные также включали замечания инспекторов строительного контроля, однако дополнительно была проведена предварительная обработка данных методом кластеризации с использованием алгоритма *K-Means*. После кластеризации категории данных были размечены вручную, чтобы создать четкое разделение на классы для последующего обучения моделей *LR* и *MLP*.

Данные разбиваются на обучающую, валидационную и тестовую выборки. Такое комбинированное использование методов предварительной обработки позволило улучшить качество классификации, особенно для случаев, когда данные имели сложную структуру и большое количество признаков.

Основные функции

Приложение реализует функциональность классификации текста с использованием двух разных моделей машинного обучения – *LR* и *MLP*. Оно включает в себя следующие ключевые компоненты.

1. Маршрутизация и взаимодействие с пользователем.
2. Классификация текста.

Основной функционал приложения сосредоточен вокруг функции *classify* и *classify2*, где выполняется обработка текстовых данных и их классификация. Процесс состоит из следующих этапов:

- получение данных;
- очистка текста;
- преобразование текста в числовые признаки;
- классификация;
- возвращение результатов.

Интерфейс веб-приложения

Интерфейс веб-приложения разработан таким образом, чтобы обеспечивать удобный доступ ко всем основным функциям и предоставлять необходимую информацию для пользователей.

Первое веб-приложение представляет собой систему автоматической классификации строительных дефектов, основанную на алгоритме *LR*. Модель была обучена на большом объеме данных, собранных от инспекторов строительного контроля, и предназначена для классификации текстовых описаний дефектов по следующим категориям: «Критические дефекты», «Значительные дефекты», «Малозначительные дефекты» и «Прочее».

Такое разделение позволяет эффективно приоритизировать выявленные дефекты по степени их влияния на безопасность и надежность конструкции.

Второе веб-приложение предназначено для комплексной классификации нарушений в строительстве. Оно предоставляет пользователям выбор между двумя моделями – *LR* и *MLP*.

Каждая из этих моделей позволяет классифицировать нарушения по одной основной категории и нескольким подкатегориям, формируя иерархическую структуру классификации. Важная особенность этого приложения – возможность настройки порогового уровня точности модели.

Результаты работы обоих приложений показали высокую степень эффективности в за-

даче классификации строительных дефектов и нарушений.

Проведенные тесты подтвердили, что предложенный подход позволяет значительно сократить временные и трудовые затраты на проведение экспертизы, одновременно повышая точность определения дефектов и нарушений [6].

Заключение

Развитие и внедрение веб-приложений на основе технологий машинного обучения открывает значительные перспективы для будущего строительной отрасли. Автоматизация процессов классификации дефектов и нарушений позволяет значительно повысить точность диагностики, минимизировать влияние человеческого фактора и ускорить принятие решений. Снижение затрат на ручную экспертизу и повышение уровня надежности и безопасности объектов станут ключевыми факторами, способствующими дальнейшему внедрению таких решений.

Кроме того, интеграция этих технологий с системами управления проектами позволит оптимизировать планирование и контроль строительных работ, улучшив координацию между различными участниками процесса. Прогнозируется, что в будущем подобные системы смогут не только выявлять дефекты, но и предлагать рекомендации по их устранению, а также моделировать возможные сценарии развития событий, что сделает строительство еще более предсказуемым и управляемым процессом.

Литература

1. Бойков, А.А. Правовое регулирование вопросов использования в строительстве новых материалов, изделий, конструкций и технологий: учебное пособие / А.А. Бойков, Н.И. Ватин, 1999.
2. Макаров, А.Н. Идентификация и оценка рисков дефектов на этапе строительного контроля бетонных работ в многоэтажном строительстве / А.Н. Макаров, А.М. Забара // Инженерный вестник Дона. – 2024. – № 5(113). – С. 50.
3. Сарварова, И.И. Перспективы применения технологий информационного моделирования при строительстве объектов / И.И. Сарварова, З.Р. Мухаметзянов, Р.И. Зайнетдинов // Components of Scientific and Technological Progress. – 2024. – № 3(93). – С. 44–50.
4. Ескалиев, М.Ж. Организационно-технологическая модель с учетом проявлений негативных факторов строительства / М.Ж. Ескалиев, З.Р. Мухаметзянов // Перспективы науки. – 2023. – № 8(167). – С. 116–120.
5. Классификатор основных видов дефектов в строительстве и промышленности строительных материалов [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=126543>.
6. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025619962 Российская Федерация. Классификатор строительных дефектов и нарушений : заявл. 01.04.2025 : опублик. 21.04.2025 / А.М. Аминев.

References

1. Boykov, A.A. Pravovoye regulirovaniye voprosov ispol'zovaniya v stroitel'stve novykh materialov, izdeliy, konstruksiy i tekhnologiy: uchebnoye posobiye / A.A. Boykov, N.I. Vatin, 1999.
2. Makarov, A.N. Identifikatsiya i otsenka riskov defektov na etape stroitel'nogo kontrolya

betonnykh rabot v mnogoetazhnom stroitel'stve / A.N. Makarov, A.M. Zabara // Inzhenernyy vestnik Dona. – 2024. – № 5(113). – S. 50.

3. Sarvarova, I.I. Perspektivy primeneniya tekhnologiy informatsionnogo modelirovaniya pri stroitel'stve ob»yektov / I.I. Sarvarova, Z.R. Mukhametzyanov, R.I. Zaynetdinov // Components of Scientific and Technological Progress. – 2024. – № 3(93). – S. 44–50.

4. Yeskaliyev, M.ZH. Organizatsionno-tekhnologicheskaya model' s uchetom proyavleniy negativnykh faktorov stroitel'stva / M.ZH. Yeskaliyev, Z.R. Mukhametzyanov // Perspektivy nauki. – 2023. – № 8(167). – S. 116–120.

5. Klassifikator osnovnykh vidov defektov v stroitel'stve i promyshlennosti stroitel'nykh materialov [Electronic resource]. – Access mode : <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=126543>.

6. Svidetel'stvo o gosudarstvennoy registratsii programmy dlya EVM № 2025619962 Rossiyskaya Federatsiya. Klassifikator stroitel'nykh defektov i narusheniy : zayavl. 01.04.2025 : opubl. 21.04.2025 / A.M. Aminev.

Development of Machine Learning Technologies and Neural Networks for Classifying Defects and Violations in Construction

A.M. Aminev¹, Z.R. Muhametzyanov¹, E.S. Sibgatullin²

¹*Ufa State Petroleum Technical University, Ufa;*

²*Naberezhnye Chelny Institute of Kazan Federal University,
Naberezhnye Chelny (Russia)*

Key words and phrases: construction; quality; safety; machine learning; neural networks; classification; automation.

Abstract. The objective of the study is to develop automated systems for classifying construction defects and violations in order to improve the efficiency of quality management in construction. The main tasks include studying the potential possibilities of automating defect classification processes; creating a web application for process automation and testing models on real examples. The hypothesis states that the use of machine learning increases diagnostic accuracy, reduces labor costs and time, and minimizes human influence. In the course of the research, methods based on using the Python programming language with the micro-framework Flask were used to implement the web application. The results confirmed the high effectiveness of the created systems, demonstrating the prospects of machine learning for improving the quality of engineering surveys and saving resources.

© А.М. Аминев, З.Р. Мухаметзянов, Э.С. Сибгатуллин, 2025

УДК 004.94

Применение технологий искусственного интеллекта и цифровых двойников при проектировании и строительстве зданий в России

В.В. Гермек, В.С. Лоткин, Р.О. Самсонов

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

Ключевые слова и фразы: автоматизация; градостроительство; информационное моделирование; искусственный интеллект; мониторинг объектов; проектирование; строительная отрасль; цифровизация; цифровой двойник; *BIM*.

Аннотация. В условиях стремительного развития технологий особое внимание уделяется внедрению цифровых решений в традиционные отрасли, включая строительство. Представленная статья посвящена исследованию возможностей применения искусственного интеллекта (**ИИ**) и технологии цифровых двойников (**ЦД**) в строительной отрасли России. В работе рассмотрены как российские, так и международные нормативные документы, определяющие понятия и принципы функционирования цифровых двойников. Основное внимание уделено отличию ЦД от *BIM*-моделирования, а также их потенциалу в управлении жизненным циклом строительных объектов, мониторинге, прогнозировании и повышении безопасности.

Использование ИИ для автоматизации анализа данных является перспективным и важным направлением, как и прогнозирование технического состояния объектов и оптимизации проектных решений. В статье приводится обзор отечественных и зарубежных исследований, подтверждающих эффективность интеграции ИИ и ЦД в строительные процессы.

Работа акцентирует внимание на необходимости дальнейших исследований и нормативной поддержки для широкого внедрения ИИ и ЦД в строительную отрасль, особенно с учетом географических и климатических особенностей России. Данное решение позволит качественно повысить эффективность работы строительной отрасли в экономике. Применение цифровых техно-

логий является основополагающим элементом работы всех отраслей в будущем.

Введение

В современном мире, где технологические инновации становятся неотъемлемой частью всех сфер жизни, строительная отрасль не остается в стороне. Технологии искусственного интеллекта и цифровых двойников предлагают новые возможности для улучшения процессов проектирования и строительства зданий, что особенно актуально для России, обладающей обширными территориями и разнообразными климатическими условиями. В настоящее время идет активное внедрение каждой из технологий в базовые процессы компаний. Такой подход позволяет точно улучшить процесс без использования огромных ресурсов.

В настоящий момент в России уже существует нормативный документ, регламентирующий общие положения о цифровых двойниках – ГОСТ Р 55700.37-2021. Данный документ также выделяет и понятие цифровых двойников. ЦД – это система, состоящая из цифровой модели изделия и двусторонних информационных связей с изделием (при наличии изделия) и (или) его составными частями. Помимо определения стоит также отметить, что документ формулирует и основные задачи:

- оценка научной обоснованности, тактико-технической целесообразности и технологической реализуемости разрабатываемого или готового изделия в различных условиях эксплуатации;
- возможность на различных стадиях жизненного цикла (ЖЦ) изделия проследить принятые технические решения и их обоснованность;
- обеспечение выполнения участниками процессов жизненного цикла функций управления требованиями, конфигурацией и эксплуатационно-техническими характеристиками изделия (ГОСТ Р 56135);
- снижение себестоимости и сроков разработки опытных образцов и испытаний изделия и (или) его составных частей за счет проведения цифровых (виртуальных) испытаний в объеме, достаточном для подтверждения соответствия требованиям технического задания.

Все это формирует иной ракурс исследования данной технологии, создавая обширные возможности, в особенности для строительной отрасли.

Наряду с российскими стандартами также существует и международный стандарт – ISO/IEC 30173:2023. Данный документ формулирует другое понимание понятия ЦД – цифровое представление целевого объекта с соединениями данных, обеспечивающими конвергенцию между физическим и цифровым состояниями с соответствующей скоростью синхронизации. В каждом из представленных понятий стоит отметить единую концепцию – объединение физического объекта и виртуального путем постоянного взаимодействия. Важно подчеркнуть отличность технологии ЦД от известной всем BIM-технологии (*Building Information Model*), которая в России определяется как ТИМ-технология (технология информационного моделирования). Цифровой двойник способен не только представлять графическую характеристику объекта исследования, но и систему более концептуально, например, в виде диаграммы или нотации, выполняющей в выбранный момент времени двусторонний обмен данными. Все это формирует базу данных по объекту исследования, позволяя не только выполнять мониторинг объекта, но также анализировать и прогнозировать состоя-

ние физического объекта без его участия.

21 век принес в жизнь каждого человека значительно больший объем обрабатываемой информации за счет развития всех технологий – от крупных открытий в сфере науки до самых простых бытовых вопросов. Накопление большого количества данных коснулось и строительную отрасль, в особенности появление таких технологий, как цифровое моделирование и цифровые двойники. Один из фундаментальных критериев строительной отрасли – это безопасность во всех этапах процесса. Для поиска самых оптимальных решений могут затрачиваться годы исследований и анализа информации. Решением такой задачи может стать использование искусственного интеллекта (**ИИ**), скорость развития которого в последние десять лет возросла в десятки раз.

ИИ в строительстве может получить применение для автоматизации рутинных задач, таких как анализ данных, оптимизация проектных решений, прогнозирование поведения материалов и структур, а также для улучшения управления строительными процессами. Даже самые базовые модели ИИ способны обрабатывать большие объемы данных, выявлять закономерности, которые не видны человеческому глазу в недоступные для человека временные сроки, и предлагать инновационные решения, что может значительно повысить эффективность проектирования и строительства.

В условиях развития таких технологий свое внимание этому также уделяют и крупные международные организации. В 2024 г. Организация Объединенных Наций (**ООН**) выпустила документ, описывающий общие принципы и декларации для содействия гармонизации нормативных требований к продукции с использованием ИИ.

Актуальность развития данных направлений в строительной отрасли России подтверждается и поддержкой государства (Указ Президента РФ от 10 октября 2019 г. № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации»), а также формированием новых задач и требований, регламентирующих использование цифровых двойников в строительстве. Все это обуславливается следующими факторами.

1. Географические и климатические особенности России.
2. Потенциал для повышения конкурентоспособности.
3. Недостаток комплексных исследований.

Основой для данного исследования также стали работы зарубежных авторов по теме применения технологий ИИ и ЦД в строительной отрасли, позволяющие оценить их возможности.

Исследование [2] представляет систематический обзор литературы по цифровым двойникам, показывая, что концепция цифрового двойника активно развивается в различных отраслях, включая строительство. В работе описываются цифровые двойники, которые могут улучшить контроль и управление жизненным циклом объектов за счет точного моделирования и мониторинга в реальном времени. Однако, несмотря на потенциал, существует нехватка стандартов и унифицированных подходов к их внедрению.

В статье [3] предложены перспективы и направления для дальнейших исследований по использованию цифровых двойников в строительстве. В данной работе авторы описывают то, как цифровые двойники могут улучшить управление данными и процессы принятия решений при проектировании и эксплуатации зданий. Особое внимание уделяется созданию «семантических» цифровых двойников, которые могут улучшить взаимодействие между различными участниками строительного процесса, но для этого требуются дальнейшие исследования в области интеграции больших данных и ИИ.

В работе [4] исследуется использование цифровых двойников для мониторинга зданий и объектов в процессе эксплуатации и технического обслуживания. Данная статья описы-

вает, как цифровые двойники могут быть использованы для выявления аномалий в работе зданий за счет интеграции с ИИ и анализа данных в реальном времени. Это позволяет проактивно решать проблемы и снижать затраты на обслуживание. Однако для широкого внедрения этих технологий необходимо дальнейшее развитие методов сбора и анализа данных.

Авторы работы [5] проанализировали существующие исследования, посвященные применению цифровых двойников в строительной отрасли. На основе исследования формулируются выводы о том, что цифровые двойники могут существенно улучшить управление строительными проектами на всех этапах их жизненного цикла. Однако пока что практическое применение этих технологий ограничено, и требуется больше исследований для разработки стандартов и методов интеграции с ИИ и другими цифровыми инструментами, такими как *Bildding Information Modelling (BIM)*.

В статье [6] авторы исследуют, как ИИ способствует созданию более экологически устойчивых зданий через оптимизацию энергопотребления, материалов и ресурсов. В данной работе особое внимание уделяется интеграции ИИ в проектирование зеленых зданий. Данная технология показывает, что можно достичь значительных улучшений в энергоэффективности и уменьшении углеродного следа.

В статье [7] обсуждается широкий спектр применений ИИ в строительстве, включая оптимизацию процессов, улучшение безопасности и повышение эффективности проектирования. Особое внимание также уделяется ИИ, который может значительно сократить время и затраты на проектирование и строительство, а также повысить качество конечного продукта.

В работе [8] представляют интеллектуальную систему поддержки принятия решений, основанную на ИИ, для проектирования строительных конструкций. Эта система использует алгоритмы машинного обучения для анализа различных параметров проекта, что позволяет инженерам принимать более обоснованные решения, учитывая множество факторов, таких как материалы, стоимость и экологические аспекты.

Авторы статьи [9] исследуют применение обучения в автоматизированном проектировании зданий. Их работа показывает, как нейронные сети могут быть использованы для создания энергоэффективных зданий за счет оптимизации параметров, таких как теплоизоляция, освещение и вентиляция, что в конечном итоге способствует снижению энергопотребления.

Изучив опыт развития данных технологий в зарубежных странах, мы сформулировали вывод: интеграция таких систем активно развивается, открывая все больше новых горизонтов и позволяя оптимально решать больше задач.

Появление таких технологий в России набирает все большую популярность. Основным драйвером развития стал указ от 10 октября 2019 г., представленный президентом России – Национальная стратегия развития ИИ на период до 2030 г. [10]. Строительная отрасль занимает 10 % внутреннего валового продукта (**ВВП**) страны. Этот фактор формирует отдельный подход к реализации внедрения не только ИИ, но и ЦД в процесс производства.

Еще одним важным шагом является разработка методики оценки внедрения технологий искусственного интеллекта в строительной отрасли при поддержке Минстрой России и ДОМ.РФ [11]. Помимо этого, организации уже сейчас сформировали реестр программных решений с технологией ИИ, который постоянно обновляется.

Материалы и методы

Количество решений с использованием технологий ИИ в России насчитывает более 30 штук. Каждое из них решает определенную задачу, автоматизируя один или несколько процессов.

Одним из ярких примеров применения искусственного интеллекта является платформа *rTIM* [12]. Данный сервис необходим для принятия управленческих решений в сфере территориального развития, который предоставляет инструменты для инвестиционной оценки земельных участков. С его помощью, с использованием искусственного интеллекта, можно создавать мастер-планы потенциальной застройки для визуального и количественного сравнения различных вариантов.

Цель проекта – предложить новый подход к управлению территориями на основе сервисной модели, который кардинально изменяет текущие методы градостроительной работы. Он включает внедрение гибких стратегий планирования, поддержку принятия решений для органов власти, финансовых учреждений, девелоперов, архитекторов, проектировщиков и других участников процесса.

Еще одним решением на отечественном рынке являются два продукта группы компаний БРИО – *BRIO MRS* и *BRIO RTS* [13; 14]. Система *BRIO RTS* включает в себя носимые метки с высокоточными датчиками позиционирования и *RFID*, которые позволяют отслеживать местоположение сотрудников в помещениях, под землей и на открытых пространствах. Система может применяться для мониторинга передвижений персонала и грузов, а также для контроля состояния здоровья работников.

Отдельного внимания заслуживает модуль *BRIO RTS / S*. Данное решение помогает компаниям повысить уровень безопасности за счет интеграции различных функций в единое целое. Оно объединяет системы контроля доступа, учета рабочего времени и предотвращения опасных ситуаций, связанных с близостью транспортных средств к людям или другим машинам.

Платформа *BRIO MRS* позволяет перенести цифровую информационную модель (*BIM*) на реальный объект, предоставляя строителям инструменты для детального планирования и эффективного управления строительными процессами.

С ее помощью можно быстро обнаруживать конфликты, оперативно обмениваться, рассматривать и одобрять модели, чертежи и планы, обеспечивая полный контроль над ходом строительства. Это помогает избегать дорогостоящих ошибок на стройплощадке и завершать проекты в срок, с высоким качеством и в соответствии с требованиями безопасности.

Решением контроля процессов в строительстве стало и программное обеспечение *Самолет 10D* [15]. Платформа для мониторинга строительной площадки использует данные, собранные искусственным интеллектом из видеопотока, для оценки реального прогресса работ. ИИ анализирует процессы, связанные с бетонированием, кладкой и остеклением, в реальном времени. Он также контролирует последовательность выполнения строительных операций и выявляет нарушения правил безопасности. Система отслеживает продвижение в отделочных работах, а также в установке систем вентиляции, связи, противопожарных систем и электросетей. Кроме того, искусственный интеллект распознает монтаж дверей, окон, а также конечных устройств электромеханики и систем управления.

Популярность данной темы подтверждает исследование [16], анализирующее задачи и области внедрения ИИ в разные этапы строительного производства. Авторы не только изучили процессы строительства, но также определили целевые части применения техно-



Рис. 1. Результат опроса респондентов

логии в отрасли. Для апробации результатов также были проведены опросы и интервью, на основе которых стало понятно, что каждый пятый респондент использует технологии ИИ в своей работе.

Помимо оценки применения технологии, также были сформулированы преимущества технологии:

- вариативность формулировок в тексте;
- способность к быстрым вычислениям, способным качественнее охарактеризовать процессы;
- оптимизация сроков выполнения рутинных задач.

Несмотря на обилие функционала и возможностей генеративных сетей, в настоящий момент они находятся на этапе развития и модернизации. В связи с этим часть пользователей различных сервисов выделяет и недостатки ИИ, а именно: недостаточность юридической подосновы, высокая стоимость и отсутствие возможности качественно охарактеризовать процесс.

Помимо использования технологий ИИ, немаловажным является и применение цифровых двойников в России. Данная технология позволяет продлить жизненный цикл информационной модели объекта, предоставив новые возможности при эксплуатации зданий.

Драйвером развития цифровых двойников в нашей стране становится Предварительный Национальный Стандарт [17]. Данный документ определяет унифицированные стандарты для создания цифровых двойников на национальном уровне, что способствует ускорению развития их экосистемы и позволяет использовать данные любого застройщика. Дополнительное преимущество заключается в возможности автоматизации процесса создания и применения этих двойников.

Развитие цифровых двойников в настоящий момент находится в зачатке. Данная технология является новым витком использования имеющихся технологий при эксплуатации зданий. В настоящий момент реализуются пилотные проекты, одним из которых является бизнес-парк класса А «Ростех-Сити». Завершение строительства произошло в 2020 г., и ныне девять зданий, суммарная площадь которых составляет 263 тысячи квадратных метров, интегрированы в одну виртуальную систему. Это позволило завершить такой масштабный проект за 2,5 года – без значительных промахов и задержек, а также сократить расходы управляющей компании на 20 % [18].

Более масштабным проектом является цифровой двойник города Москвы. С 2019 г. функционирует «Цифровой двойник Москвы» – это инновационная система, поддержи-

вающая планирование возведения жилья, промышленных и социальных объектов, а также способствующая принятию административных решений и мониторингу выполнения ключевых городских инициатив [19].

«Цифровой двойник Москвы» представляет собой детализированную 3D-модель (фотограмметрическую копию) всей столичной территории. К фотограмметрической модели добавлены пять тысяч аналитических слоев, содержащих данные по различным аспектам городской жизни, которые обновляются в реальном времени. Платформа также включает в себя архив панорамных снимков протяженностью 13 тысяч километров по всей Москве, начиная с 2013 г., что позволяет не только просматривать текущие и исторические изображения города, но и выполнять точные измерения.

Результаты

На основе изученных данных можно сделать вывод о том, что такие технологии, как ИИ и цифровой двойник, находятся на этапе вхождения в отрасль. Небольшими планомерными шагами такие технологии начинают решать и автоматизировать рядовые процессы, происходящие на стройке. Важным аспектом является то, что пока цифровые помощники такого вида являются лишь элементом системы, способным решать поставленную задачу только при наличии всех имеющихся вводных данных. Эта особенность сильно влияет на работу ИИ, который в обозримом будущем сможет без участия человека находить необходимые данные для решения поставленных задач.

Не менее важным является и то, что технологии такого типа становятся драйверами развития не только строительной отрасли, но и человечества в целом. Важно понимать, что, развивая такие инструменты, человек не только улучшает уровень своей жизни, но и комплексно воздействует на безопасность своей жизнедеятельности. В случае со строительством цифровые двойники, например, могут значительно увеличить и улучшить жизненный цикл здания на основе постоянного мониторинга и контроля всех его жизненно важных показателей.

На основе проведенного исследования можно сделать вывод о том, что подход по развитию таких технологий является оправданным и правильным, позволяя планомерно достигать решения промежуточных задач, что в конечном итоге приведет к объединению систем в одно единое целое.

Обсуждение

Помимо всего описанного ранее в исследованиях, существуют и два важных аспекта, на которые не акцентируют внимание авторы. Во-первых, важным моментом являются правовые вопросы и разделы юриспруденции в работе ИИ. Необходимо уделять отдельное внимание процессу применения данной технологии в работе строительных компаний, так как ответственность за принятое решение не может быть принята компьютером. Важно понимать, что только человек в ответе за результат и при выполнении любой проектной, строительной или эксплуатационной задачи последнее слово за живым человеком. При развитии любой технологии, способной генерировать результат без участия самого человека, необходимо четко регламентировать, когда результат вычислений можно применять, кто его проверяет и в каких условиях. Для решения такой задачи необходима грамотная и плотная работа не только разработчиков, но и органов власти, которая при совместных усилиях способна разработать методы и подходы применения ИИ в решении задач строи-

тельных процессов.

Во-вторых, важно не только регламентировать фундаментальное понятие ИИ и цифрового двойника, но и подвести к единому виду стандарт строительного проекта с такими технологиями. Для массового их применения необходимо сформировать шаблоны, позволяющие более точно и едино представлять будущий проект. Решением такой задачи может стать развитие сред общих данных (**СОД**), позволяющих аккумулировать информацию по проекту в едином виде и централизованно. При участии государства в формировании такой системы в обозримом будущем появится возможность цифровизовать все самые основные элементы строительной отрасли, а в дальнейшем и всю отрасль. Такой подход позволит не только получить более качественные проекты, но и централизовать все данные о стройке в такой большой стране, как Россия.

Заключение

В заключение хочется отметить правильный курс развития технологий ИИ и цифрового двойника в России. На основе проведенного исследования можно увидеть успешные попытки применения и внедрения таких технологий в процессы работ разных компаний. Строительная отрасль как одно из основных направлений экономики является драйвером развития новых технологий. Для успешной работы всех элементов такой сложной системы необходим комплексный подход к реализации и вовлеченность всех участников процесса. Особое внимание и контроль требуют решение юридических вопросов, а также понимание фундаментального правила: любая новая технология – это только инструмент решения задачи, но не замена человека.

Литература

1. Гермек, В.В. Критериальный анализ возможностей применения искусственного интеллекта, складывающийся в мировой практике, для повышения эффективности организации строительного производства в России / В.В. Гермек, Р.О. Самсонов // *Components of Scientific and Technological Progress*. – 2025. – № 1(103). – С. 38–46.
2. Jones, D. Characterising the Digital Twin: A systematic literature review / D. Jones, C. Snider, A. Nassehi, J. Yon, B. Hicks // *Automation in Construction*. – 2020. – Vol. 110. – [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1755581720300110>.
3. Boje, C. Towards a semantic Construction Digital Twin: Directions for future research / C. Boje, A. Guerriero, S. Kubicki, Y. Rezgui // *Automation in Construction*. – 2020. – Vol. 114. – [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580519314785>.
4. Lu, Q. Digital twin-enabled anomaly detection for built asset monitoring in operation and maintenance / Q. Lu, X. Xie, A.K. Parlikad, J.M. Schooling // *Automation in Construction*. – 2020. – Vol. 118. [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926580520303654>.
5. Opoku, D.G.J. Digital twin application in the construction industry: A literature review / D.G.J. Opoku, S. Perera, R. Osei-Kyei // *Smart and Sustainable Built Environment*. – 2021. – Vol. 10(4) [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352710221005842>.

6. Artificial intelligence in green building [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926580522000656#preview-section-abstract>.
7. Adeloye, A. Applications of Artificial Intelligence (AI) in the construction industry: A review of Observational Studies / A. Adeloye, O. Diekola, K. Delvin, C. Gbenga // Trends in Applied Sciences Research, 2023. – 3. 42–52.
8. Wang, J. Intelligent Decision Support System for Building Project Management Based on Artificial Intelligence / J. Wang // Journal of Physics: Conference Series. – 2023. – Vol. 2665. – P. 012022.
9. Wang, L. Automated building layout generation using deep learning and graph algorithms / L. Wang, J. Liu, Y. Zeng, G. Cheng, H. Hu, J. Hu, X. Huang // Automation in Construction. – 2023. – Vol. 154. – P. 105036 [Electronic resource]. – Access mode : <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2023.105036>.
10. Министерство экономического развития Российской Федерации. Федеральный проект «Искусственный интеллект» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://economy.gov.ru/material/directions/fed_proekt_iskusstvennyy_intellekt.
11. Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации. Искусственный интеллект в строительной отрасли: документы [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.minstroyrf.gov.ru/iskusstvennyy-intellekt-v-stroitelnoy-otrasli/dokumenty>.
12. RTIM.city – Цифровые решения для городов [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://rtim.city>.
13. BRIO MRS – Официальный сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://briomrs.ru>.
14. BRIO Group. BRIO RTS – цифровая платформа [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://briogroup.ru/brio-rts>.
15. Самолет 10D – Цифровой двойник жилого комплекса [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://samolet10d.ru>.
16. Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации. Документ № 358796 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/358796>.
17. Проектирование и строительство с применением искусственного интеллекта: анализ процессов и рынка // СтроимПросто [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://stroimprosto-msk.ru/publications/proektirovanie-i-stroitelstvo-s-primeneniem-iskusstvennogo-intellekta>.
18. У «Ростех-Сити» появится самый большой цифровой двойник в России // Rambler Финансы [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://finance.rambler.ru/business/47220174-u-rosteh-siti-poyavitsya-samyy-bolshoy-tsifrovoy-dvoynik-v-rossii>.
19. В Москве появится цифровой двойник жилого квартала // Официальный сайт Правительства Москвы [Электронный ресурс] – Режим доступа : <https://www.mos.ru/news/item/126225073>.

References

1. Germek, V.V. Kriterial'nyy analiz vozmozhnostey primeneniya iskusstvennogo intellekta, skladyvayushchiysya v mirovoy praktike, dlya povysheniya effektivnosti organizatsii stroitel'nogo proizvodstva v Rossii / V.V. Germek, R.O. Samsonov // Components of Scientific and Technological

Progress. – 2025. – № 1(103). – S. 38–46.

10. Ministerstvo ekonomicheskogo razvitiya Rossiyskoy Federatsii. Federal'nyy proyekt «Iskusstvennyy intellekt» [Electronic resource]. – Access mode : https://economy.gov.ru/material/directions/fed_proekt_iskusstvennyy_intellekt.

11. Ministerstvo stroitel'stva i zhilishchno-kommunal'nogo khozyaystva Rossiyskoy Federatsii. Iskusstvennyy intellekt v stroitel'noy otrasli: dokumenty [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.minstroyrf.gov.ru/iskusstvennyy-intellekt-v-stroitelnoy-otrasli/dokumenty>.

12. RTIM.city – Tsifrovyye resheniya dlya gorodov [Electronic resource]. – Access mode : <https://rtim.city>.

13. BRIO MRS – Ofitsial'nyy sayt [Electronic resource]. – Access mode : <https://briomrs.ru>.

14. BRIO Group. BRIO RTS – tsifrovaya platforma [Electronic resource]. – Access mode : <https://briogroup.ru/brio-rts>.

15. Samolet 10D – Tsifrovoy dvoynik zhilogo kompleksa [Electronic resource]. – Access mode : <https://samolet10d.ru>.

16. Ministerstvo stroitel'stva i zhilishchno-kommunal'nogo khozyaystva Rossiyskoy Federatsii. Dokument № 358796 [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/358796>.

17. Proyektirovaniye i stroitel'stvo s primeneniym iskusstvennogo intellekta: analiz protsessov i rynka // StroimProsto [Electronic resource]. – Access mode : <https://stroimprosto-msk.ru/publications/proektirovanie-i-stroitelstvo-s-primeneniem-iskusstvennogo-intellekta>.

18. U «Rostekh-Siti» poyavitsya samyy bol'shoy tsifrovoy dvoynik v Rossii // Rambler Finansy [Electronic resource]. – Access mode : <https://finance.rambler.ru/business/47220174-u-rosteh-siti-poyavitsya-samyy-bolshoy-tsifrovoy-dvoynik-v-rossii>.

19. V Moskve poyavitsya tsifrovoy dvoynik zhilogo kvartala // Ofitsial'nyy sayt Pravitel'stva Moskvyy [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.mos.ru/news/item/126225073>.

Application of Artificial Intelligence and Digital Twin Technologies in Building Design and Construction In Russia

V.V. Germerk, V.S. Lotkin, R.O. Samsonov

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

Key words and phrases: artificial intelligence; digital twin; construction industry; information modeling; digitalization; BIM; automation; object monitoring; design; urban planning.

Abstract. With rapid technological advancements, particular attention is being paid to the implementation of digital solutions in traditional industries, including construction. This article explores the potential of artificial intelligence (AI) and digital twin (DT) technology in the Russian construction industry. It examines both Russian and international regulatory documents defining the concepts and operating principles of digital twins. It focuses on the differences between DT and BIM modeling, as well as their potential for managing the lifecycle of construction projects, monitoring, forecasting, and improving safety.

The use of AI for data analysis automation represents a promising and critical direction, particularly in forecasting the technical condition of facilities and optimizing design solutions. The article presents an overview of domestic and international studies that confirm the effectiveness

of integrating AI and DT technologies into construction processes.

The study emphasizes the need for further research and regulatory support for the widespread adoption of AI and DT technologies in the construction sector, especially considering the geographical and climatic features of Russia. This approach will significantly enhance the efficiency of the construction industry within the national economy. The application of digital technologies is a fundamental element for the future functioning of all industries.

© В.В. Гермек, В.С. Лоткин, Р.О. Самсонов, 2025

УДК 72.013

«Китайское барокко» как результат слияния классических западноевропейских канонов и традиций китайской архитектуры

Е.А. Пугачева, А.А. Ким, С.Г. Варанцовян

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

Ключевые слова и фразы: архитектура; западноевропейское барокко; китайское барокко; пропорции; сыхэ-юань; Фудзядзянь; Харбин.

Аннотация. В статье анализируется исторический квартал «Китайского барокко» в районе Фудзядзянь в городе Харбине. Целью данного исследования является выявление особенностей комбинации принципов формирования жилого пространства с внутренним двором и традиционных для китайской архитектурной школы пропорций с семантикой классического барокко, в результате которой появилось уникальное для мировой архитектуры течение «китайское барокко». Для этого в исследовании приводится анализ основных принципов формирования жилых комплексов, композиционного выстраивания и системы пропорционирования, характерных для китайской и западноевропейской архитектурных школ. Работа основана на анализе графических материалов, при использовании которых производится попытка выявить закономерности в пропорционировании, членении и шаге объектов, а также применении декоративных элементов. Основным результатом исследования является выявление лишь семантического сходства построек квартала «Китайское барокко» с классическим западноевропейским аналогом, который, в свою очередь, выстраивается согласно принципам пропорционирования и декорирования, характерным для местной архитектурной школы.

Введение

Район Фудзядзянь – исторический район города Харбина, результат переплетения китайской и европейской архитектуры. Он возник в конце XIX в. как китайское торговое поселение. В 1896 г. Китай и Российская империя подписали секретный договор (Московский протокол), а затем в 1898 г. Конвенцию о КВЖД, по которой Россия получила право на

строительство и эксплуатацию Китайско-Восточной железной дороги (КВЖД) через Маньчжурию. Однако застройка городов велась исключительно в границах полосы отчуждения (территория вдоль железной дороги, переданная под управление Российской империи). В этой зоне Россия имела административный контроль, включая право содержать полицию, войска и строить города. Харбин, основанный в 1898 г. как станция КВЖД, стал главным центром российской деятельности на территории Маньчжурии.

Харбин изначально строился как русский город с классической западноевропейской архитектурой в стиле барокко и классицизм, православными церквями и широкими улицами. Однако за пределами полосы отчуждения оставались традиционные китайские поселения. Китайский район Фуцзядзянь находился к востоку от российского центра, где уже превалировали традиционные китайские постройки, воспроизводящие характерную для азиатской архитектуры периметральную застройку сыхэюаней с узкими улицами между ними.

После 1898 г. в район стали проникать западные влияния. Китайские строители, впечатленные европейскими зданиями в стиле барокко и классицизм, начали копировать их элементы, сохраняя преемственность традиционной системы пропорционирования, тем самым создавая уникальный гибридный эклектичный стиль – «китайское барокко».

Обзор литературы

Историческая застройка района Фуцзядзянь в Харбине была предметом ранее проведенных исследований, выполненных И.С. Козыренко и А.П. Ивановой [1–4]. В своих трудах авторы уделяют особое внимание архитектурным особенностям данного района и его стилистическим характеристикам. И.С. Козыренко в своих научных статьях подробно анализирует особенности архитектурной стилистики построек в районе Фуцзядзянь, уделяя особое внимание характерным чертам и стилистическим признакам стиля, известного как «китайское барокко». В своих работах он рассматривает основные элементы архитектурных форм, которые отличают данный стиль и придают застройке уникальный характер. А.П. Иванова, в свою очередь, в своих работах описывает исторический процесс формирования китайского города в русском Харбине и подробно анализирует историю появления и развития стиля «китайское барокко» в архитектуре района Фуцзядзянь, а также его связь с проектами русских авторов. В своих исследованиях автор также акцентирует внимание на деталях фасадов зданий, выполненных в стиле «китайское барокко», указывая на их декоративные особенности и символику, которая подчеркивает уникальность архитектурного наследия этого района.

Авторами были отмечены многие особенности, отличающие китайское барокко от западноевропейского, которое ранее было изучено огромным числом авторов, среди которых Г.Д. Гримм [5], А.В. Бессонова, Р.А. Щукин и Д.Р. Буцких [6]. Однако ранее не было предпринято попытки отследить, согласно каким принципам присутствовали те или иные различия между классическим и китайским барокко касательно применяемых элементов системы выстраивания фасадов и принципов пропорционирования. Большой вклад в изучение системы пропорционирования китайской архитектуры внесла работа Д.А. Подтероба и Н.Н. Дорофеевой [7], в которой было рассмотрено применение традиционных пропорций в архитектуре и градостроительстве Китая, что позволило глубже понять культурные и исторические аспекты китайского градостроительства. Основное внимание в работе уделяется двум ключевым пропорциям: «Корень из двух» ($\sqrt{2}$) и «Корень из трех вторых» ($\sqrt[3]{2}$).

Первая из них находит применение в проектировании архитектурных объектов, тогда как вторая используется в градостроительных практиках. Статья демонстрирует, как традиционные пропорции и философские концепции влияют на градостроительство, создавая гармоничные и устойчивые городские пространства, которые остаются актуальными на протяжении веков. Касательно исторических комплексов сыхэюаней были также проведены исследования М.Ю. Шевченко [8], в чьих работах были выявлены основные принципы и композиционные закономерности построения.

Целью данной работы является выявление принципов пропорционирования объектов китайского барокко в контексте сравнения с канонами классического барокко и древнекитайской архитектуры.

Традиции архитектуры жилых комплексов Китая

Главная особенность района Фудзядзянь – это фасады в псевдоевропейском стиле, что только семантически связывает их с понятием «барокко». Китайские архитекторы перенимают именно подход украшения фасадов зданий богатым лепным декором, в то время как в основе формирования комплекса таких жилых объектов зачастую лежит принцип организации внутреннего двора как «неба на земле», за которым фактически скрываются традиционные китайские постройки «сихэюани». Это тип китайского жилого комплекса, в котором архитектурные формы тесно переплетаются с социальными нормами, климатом и философией. Жилой комплекс с замкнутым двором стал не просто архитектурной формой, а устойчивым культурным архетипом. Его эволюция отражает ключевые принципы китайского мировоззрения: гармонию инь-ян, систему у-син и конфуцианскую иерархию.

Сыхэюань представляет собой замкнутую осевую композицию, где все элементы подчинены строгим правилам центричности, иерархичности и симметрии. Конструкция сыхэюаней зачастую адаптировалась под климат конкретного региона. В северных сыхэюанях увеличивалась толщина стен и расширялись дворы для увеличения инсоляции зимой. А в южных закладывались узкие дворы, в которых обустраивались водоемы для увлажнения воздуха.

Фасады традиционных китайских жилых комплексов подчинялись строгим пропорциональным канонам, отражавшим принципы фэн-шуй, конфуцианской иерархии и строительные нормы династий Мин и Цин. Ключевой закономерностью была декомпозиция фасада, когда происходило членение на три части: нижняя (30 %) – каменный/кирпичный цоколь; средняя (50 %) – деревянные колонны с доугунами и стены с окнами; верхняя (20 %) – карниз и крыша. Оконные проемы чаще были либо квадратными или прямоугольными (в соотношении 1:1,5), либо круглыми, так называемыми «лунными воротами», которые чаще всего встраивались в садовые стены для предотвращения попадания злых духов на территорию жилого комплекса. Также для обустройства галерей использовался свой модуль и шаг для расположения колонн, диаметр которых равнялся 1/10 высоты фасада, а расстояние между ними принималось равным 3 диаметрам (для жилых домов), либо 5 диаметрам (для парадных залов). В основе организации пространства лежали принципы конфуцианской иерархии и фэн-шуй, которые отражались в замкнутости от внешнего мира. Центром всего жилого комплекса являлся двор – основное место жизни семьи: там сушили зерно, отмечали праздники и отдыхали. Часто внутренний двор украшался деревьями (гранат, сосна), каменными садами и цветами. В богатых домах дополнительно обустраивались пруды и беседки.

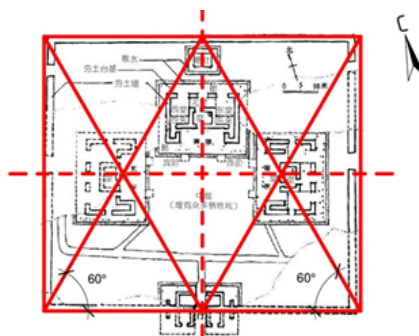


Рис. 1. Система пропорционирования китайской архитектуры [7]

Система пропорционирования Китая

В китайской же архитектуре и градостроительстве традиционно применяются две основные системы пропорционирования: «Корень из двух» ($\sqrt{2}$) и «Корень из трех вторых» ($\sqrt{3/2}$) (рис. 1). Каждая из этих пропорций находит свое специфическое применение в проектировании, обеспечивая гармонию и эстетическую целостность. Корень из двух ($\sqrt{2}$) ассоциируется с формой окружности, вписанной в квадрат. Она активно используется при проектировании отдельных архитектурных объектов. Применение данной пропорции позволяет создать гармоничные и сбалансированные формы зданий, что является важным аспектом китайской архитектурной традиции. Корень из трех вторых ($\sqrt{3/2}$) представляет равносторонний треугольник в прямоугольнике, этот принцип чаще используется в градостроительстве. Он помогает формировать регулярные планировки городов, что было характерно для китайских городов с древних времен. Регулярная планировка, основанная на этой пропорции, обеспечивала упорядоченность и функциональность городского пространства.

Традиционные пропорции в китайской архитектуре и градостроительстве имеют глубокие исторические корни. Исследования показывают, что в основе регулярной планировки древних китайских городов могли лежать как внешние влияния, так и внутренние, самобытные разработки. Профессор Лян Сычен, в частности, указывает на трактат «Строительные нормы и правила», который описывает правила проектирования городов и подтверждает использование квадратной планировки.

Философские представления о гармонии между небом и землей также сыграли важную роль в формировании градостроительных традиций. Согласно китайской космологии небо имеет форму круга, а земля – квадрата, что находит отражение в регулярной планировке городов.

Каноны западноевропейского барокко

Все постройки, расположенные в районе Фудзядзяня, а именно в историческом квартале, называемом теперь «китайским барокко», отсылают к классическим барочным фасадам, однако огромное количество правил и канонов в этом случае не соблюдается, а воспроизводятся отдельно взятые элементы, которые размещаются согласно иным, характерным для местной архитектурной школы канонам.

Классическое барокко возникло в конце XVI в. в Италии и быстро распространилось

по всей Европе, включая Францию, Испанию, Нидерланды и Германию. Барокко стало реакцией на ренессанс, стремясь выразить более глубокие эмоции и драматизм. Барочные фасады часто были очень сложными, с большим количеством уровней и членений, вводились изогнутые линии для создания эффекта движения. Стали богаче декорироваться интерьеры – с использованием золота, мрамора и сложных орнаментов. Стены часто покрывались фресками и росписями. Одной из характерных черт этого стиля в экстерьере здания стало применение колонн (дорические, ионические, коринфские, композитные, тосканские). Они часто имеют сложные формы, могут быть украшены резьбой и позолотой. Карнизы в барокко обычно массивные и сложные, с обилием рельефов и орнаментов, которые подчеркивают пышность конструкции. Не менее впечатляющими являются завершения зданий. Купола, портики, аттики и другие элементы имеют сложные закругленные формы. Их украшение скульптурами или другим декором создает эффект величия. Оформление оконных проемов всегда сложное и выразительные. Они обрамляются наличниками, которые украшены декоративными элементами, что создает ощущение роскоши.

Фасады часто строились согласно принципу «золотого сечения», где в основном применялось соотношение, примерно равное 1:1,618. Это соотношение считалось идеальным и использовалось в архитектуре для создания гармоничных и эстетически приятных композиций на фасадах. В барокко золотое сечение применялось для достижения выразительности и динамики. Золотое сечение использовалось в пропорциях между высотой и шириной зданий. Пространственные пропорции помещений также могли следовать этому принципу, создавая ощущение простора и света. Золотое сечение позволяло достигать баланса и симметрии, даже если общий вид здания был асимметричным. Также золотое сечение могло создать иллюзию глубины. Элементы, расположенные в соответствии с этим математическим соотношением, способствовали формированию многослойности и пространственности, что делало здание более объемным и интересным.

Китайское барокко

Отличительной особенностью построек в историческом районе Фудзядзянь стала уникальная комбинация семантики классического барокко и традиций архитектурной школы Китая.

С первого взгляда может показаться, что некоторые здания (рис. 2) – типичные представители классического барокко, однако при более подробном рассмотрении можно заметить ряд отличий. И хотя на фасаде большое количество проработанных элементов, детализированных карнизов, богатых модульонов, объемных элементов лепнины, но колонны здесь не несут конструктивной функции – только декоративную, в основном разделяя собой оконный проем пополам, хотя в классических примерах, наоборот, колонны всегда размещаются в простенках между проемами, задавая вертикальную ось, проходящую по всей высоте здания. Помимо этого, колонны встраиваются без точных пропорций и разного размера, не соотносясь по масштабу между элементами первого и второго этажей. На центральных колоннах второго этажа можно заметить капитель, отсылающую к коринфскому ордеру, однако она не является настолько же детально выстроенной, как древнегреческий аналог, а лишь воспроизводит общие контуры. Колонны же первого этажа своей капителью отсылают к ионическому ордеру, однако, как и в случае с колоннами второго яруса, выстроены без подчинения классическим требованиям и нарушают эту гармонию. Помимо этого, также вводится прием стилизации под растительный мир, когда колонны предстают в виде спиральных лиан, а в простенках и сандриках второго яруса добавля-

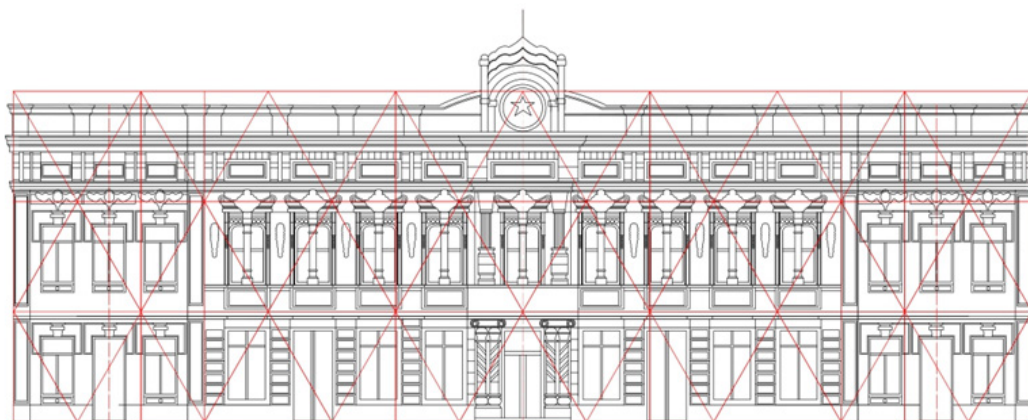


Рис. 2. Фасад здания в стиле «китайское барокко»

ется цветочный барельеф. На первом этаже в простенках между окнами встроены своего рода пилястры, представленные рустовкой. Стоит отметить отсутствие строгого антаблемента, в то время как в классическом барокко идет четкое разделение архитрава, фриза и карниза.

Касательно композиции построения данного здания стоит отметить преобладание осевой трехчастной симметрии, где главная ось проходит через центр фасада, а две дополнительные – через боковые портики. Фасад вписывается в систему пропорционирования «корень из трех вторых», где каждый блок членения включает в себя три оконных проема, а фланкирующие боковые портики вписываются в этот элемент членения своими основными габаритами. Если рассмотреть деление на уровни, то можно снова заметить трехчастность композиции, где основная разбивка проходит по верху окон первого и второго этажей и кровли, а если за основное членение взять разбивающие уровни карнизы, то уже будет читаться традиционное для доугун системы процентное соотношение уровней 30–50–20.

В исследуемом историческом районе встречаются и более сдержанные примеры архитектуры (рис. 3), которые тем не менее воспроизводят попытку копирования системы колонн, карнизов и лепного декора. Фасад здания фланкируют плоские рустованные лопатки. На втором и третьем ярусах представлены колонны, которые снова располагаются посередине оконного проема, в то время как простенок является продолжением ровной плоскости и никак не выделяется. Эти колонны вновь нарушают классические пропорции, в них нет энтазиса, а капитель и база намечены чисто символически и отделены от ствола небольшими поясками. Оконные проемы на данном фасаде прямоугольные с небольшим луковичным изгибом, центр которого приходится на центральную ось расположенной посередине проема колонны. Наличники здесь уже опускаются, а сандрики представлены лишь лучковой кирпичной кладкой с замковым камнем контрастного цвета. Также на фасаде имеется плоский карниз, выделенный системой поясков, упрощенные модульоны и парапетное завершение вместо барочного фронтона. Касательно основного строительного материала можно уже сказать, что идет отсылка к казарменным постройкам российских поселений ввиду преобладания кирпичной кладки с отдельными оштукатуренными элементами, что потом также активно применялось в архитектуре в стиле «Тацуно».

Стоит также отметить подчинение этого фасада китайским принципам разбиения высоты здания на три части в соотношении 3:5:2 и традиционную китайскую систему про-

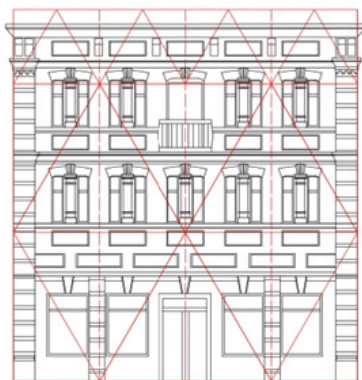


Рис. 3. Фасад здания в стиле «китайское барокко»



Рис. 4. Фасад здания в стиле «китайское барокко»

порционирования «корень из трех вторых», в которую вписывается фасад здания с его основными элементами.

Также встречаются примеры, сильнее отсылающие к российским казармам и японской архитектуре в стиле «Тацуно». На фасаде таких зданий (рис. 4) уже не встречаются колонны, а вместо них закладываются рустованные лопатки, на оси которых в верхнем ярусе располагаются колонны парапета. Окна обрамлены сандриками из кирпичной кладки с замковым камнем, но если на втором этаже эти сандрики выступают перед плоскостью фасада и опускаются на треть окна, то на первом этаже этот прием уже опускается. Единственным криволинейным элементом во всем фасаде является арочный проход, ведущий во внутренний двор. На фасаде здания читается мнимая осевая симметрия из-за расположения главного входа, оконного проема на втором этаже и фронтона на одной оси, однако ее ломает арочный проход, расположенный только в правой части фасада, помимо этого сгруппированные по три оконных проема левая и центральная части фасада не поддерживаются таким же трехчастным делением окон в правой части фасада, а декор парапета представлен абсолютно разными семью видами орнамента.

Также в стиле «китайского барокко» был возведен и просто арочный проем (рис. 5), заполнявший пространство между двумя зданиями с целью «закрытия» внутреннего пространства двора. Здесь воспроизводится принцип «облегчения» конструкций по мере нарастания этажности. Так, полуколонны нижнего яруса более массивные и проработанные, капители стилизованы под коринфский ордер, на среднем ярусе они уже меньшего разме-

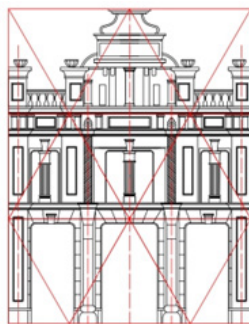


Рис. 5. Арка в стиле «китайское барокко»

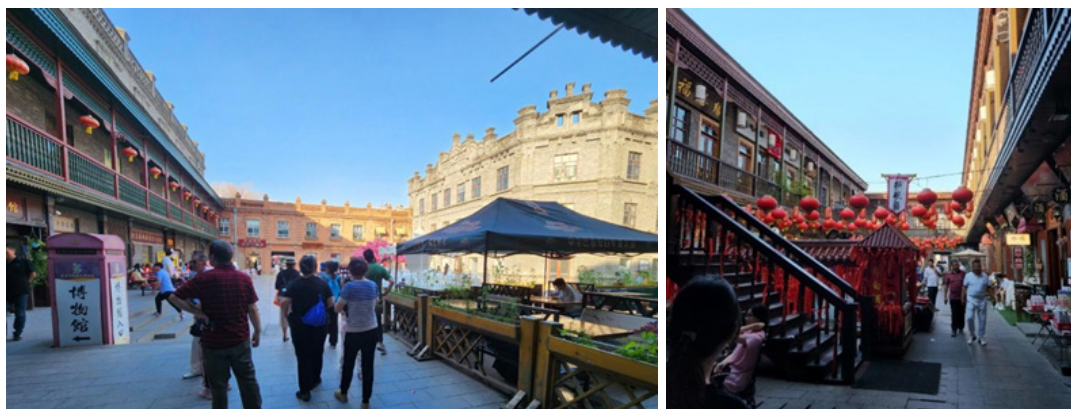


Рис. 6. Внутренние дворы в историческом районе «Китайское барокко»

ра, но не соотносятся с классическим орденом: ствол колонны представлен спирально закручивающейся лианой, а капитель – пальмовым листом на расширенном основании, колонны верхнего яруса, как и колонны, размещенные в центре проемов, уже максимально упрощены и лишь разделены поясками на условные базу, ствол и капитель. Стоит отметить, что все колонны, представленные в этом объекте, несут исключительно декоративную функцию. Сандрики проемов стилизованы под кирпичную кладку с замковым камнем, но все эти элементы выполнены из бетона и лишь воспроизводят внешнее сходство. Завершает всю композицию криволинейный фронто́н с валютами и парапет с балясинами.

Касательно членения основных элементов можно отметить, что композиция фасада также встраивается в пропорции «корень из трех вторых», а деление на три уровня соотносится с традиционным принципом: первый уровень – каменный, второй – система доугун, третий – кровля. На этом примере первый уровень выделен более массивно, второй облегчен, а третий является завершением всего объема.

Также стоит отметить, что принцип организации пространства этих комплексов, несмотря на перенятую моду на богато декорированные фасады, остался традиционным для китайской культуры. Пройдя здание насквозь или через тоннель на первом этаже, посетитель попадает во внутренний двор с периметральной застройкой, которая представлена галереями с традиционными китайскими доугунами (рис. 6). Примечательно, что система организации внутреннего двора была характерна именно для китайской культуры, а не маньчжурской. Вероятно, именно поэтому жилые комплексы с точным подчинением канонам

строительства сыхэюаней встречались в Маньчжурии не так часто. В примерах местной застройки уже игнорируется иерархия построек, однако идея и система формирования замкнутого пространства как часть мироощущения и восприятия жилых пространств местами остаются характерными для китайских архитекторов в период активного кросс-культурного взаимодействия.

Заключение

Анализ зданий исторического квартала «китайское барокко» демонстрирует своеобразное переосмысление семантики европейского барокко китайскими мастерами. В отличие от классического барокко с его строгими канонами и пропорциями, сложной ордерной системой и богатым скульптурным декором, китайские зодчие воссоздавали стилизованные под местную культуру и флору варианты фасадов с имитацией основных конструктивных и декоративных элементов, которые подчинялись местным правилам формирования застройки. Ключевыми отличиями стали: декоративность вместо конструктивности – колонны и пилястры были лишены несущей функции, а ордер использовался как элемент оформления; упрощение форм карниза, условность капители, отсутствие энтазиса; смешение мотивов – европейские элементы (сандрики, модульоны) сочетались с китайскими геометрическими орнаментами; отсутствие канонической симметрии, свободное расположение декора, вариативность в оформлении оконных проемов. В то же время в некоторых объектах сохранялись принципы пропорционирования китайской архитектуры «корень из трех вторых» и принципы формирования жилых комплексов в единую систему с организацией внутреннего двора.

Этот синтез стилей отражал культурный диалог: китайские строители не копировали западные образцы, а адаптировали их, создавая уникальный архитектурный язык. «Китайское барокко» стало ярким примером того, как заимствованные формы способны трансформироваться в новое явление, сохраняющее национальную идентичность.

Литература

1. Козыренко, И.С. Китайское барокко в современном Харбине / И.С. Козыренко // Дальний Восток: проблемы развития архитектурно-строительного комплекса. – 2019. – № 1–3. – С. 524–528.
2. Козыренко, И.С. Русский Харбин: стилистические особенности китайского барокко / И.С. Козыренко // Архитектура и дизайн. – 2019. – № 1. – С. 14–20.
3. Козыренко, И.С. Формирование архитектуры в стиле «китайское барокко» / И.С. Козыренко, А.П. Иванова // Новые идеи нового века: материалы международной научной конференции ФАД ТОГУ. – 2017. – Т. 1. – С. 128–134.
4. Козыренко, И.С. Народная архитектура в стиле китайского барокко / И.С. Козыренко, А.П. Иванова // Дальний Восток: проблемы развития архитектурно-строительного комплекса. – 2017. – № 1. – С. 625–630.
5. Гримм, Г.Д. Пропорциональность в архитектуре / Г.Д. Гримм. – Москва ; Ленинград : ОНТИ. Главная редакция строительной литературы, 1935. – 148 с.
6. Бессонова, А.В. Архитектура эпохи барокко в странах Европы / А.В. Бессонова, Р.А. Щукин, Д.Р. Буцких // Журнал Наука и образование, 2022.
7. Подтероб, Д.А. Историческая эволюция традиционного канона архитектур-

ных пропорций корень из трех вторых в планировочных структурах городов Китая / Д.А. Подтероб, Н.Н. Дорофеева // Архитектон: известия вузов. – 2023. – № 2(82).

8. Шевченко, М.Ю. Композиция сыхэюань и принцип пространственной регулярности в китайской традиционной архитектуре / М.Ю. Шевченко // Architecture and Modern Information Technologies. – 2021. – № 4(57). – С. 35–47.

References

1. Kozyrenko, I.S. Kitayskoye barokko v sovremennom Kharbine / I.S. Kozyrenko // Dal'niy Vostok: problemy razvitiya arkhitekturno-stroitel'nogo kompleksa. – 2019. – № 1–3. – S. 524–528.
2. Kozyrenko, I.S. Russkiy Kharbin: stilisticheskiye osobennosti kitayskogo barokko / I.S. Kozyrenko // Arkhitektura i dizayn. – 2019. – № 1. – S. 14–20.
3. Kozyrenko, I.S. Formirovaniye arkhitektury v stile «kitayskoye barokko» / I.S. Kozyrenko, A.P. Ivanova // Novyye idei novogo veka: materialy mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii FAD TOGU. – 2017. – T. 1. – S. 128–134.
4. Kozyrenko, I.S. Narodnaya arkhitektura v stile kitayskogo barokko / I.S. Kozyrenko, A.P. Ivanova // Dal'niy Vostok: problemy razvitiya arkhitekturno-stroitel'nogo kompleksa. – 2017. – № 1. – S. 625–630.
5. Grimm, G.D. Proportional'nost' v arkhitekture / G.D. Grimm. – Moskva ; Leningrad : ONTI. Glavnaya redaktsiya stroitel'noy literatury, 1935. – 148 s.
6. Bessonova, A.V. Arkhitektura epokhi barokko v stranakh Yevropy / A.V. Bessonova, R.A. Shchukin, D.R. Butskikh // Zhurnal Nauka i obrazovaniye, 2022.
7. Podterob, D.A. Istoricheskaya evolyutsiya traditsionnogo kanona arkhitekturnykh proporsiy koren' iz trekh vtorykh v planirovochnykh strukturakh gorodov Kitaya / D.A. Podterob, N.N. Dorofeyeva // Arkhitekton: izvestiya vuzov. – 2023. – № 2(82).
8. Shevchenko, M.YU. Kompozitsiya sykheyuan' i printsip prostranstvennoy regul'yarnosti v kitayskoy traditsionnoy arkhitekture / M.YU. Shevchenko // Architecture and Modern Information Technologies. – 2021. – № 4(57). – S. 35–47.

“Chinese Baroque” as a Result of Fusion of Classical Western European Canons and Traditions of Chinese Architecture

E.A. Pugacheva, A.A. Kim, S.G. Varantsovian

Pacific National University, Khabarovsk (Russia)

Key words and phrases: architecture; Western European baroque; Chinese baroque; proportions; siheyuan; Fujiajian; Harbin.

Abstract. The article analyzes the historical quarter of “Chinese Baroque” in the Fujiajian district of Harbin. The purpose of this study is to identify the features of the combination of the principles of forming a residential space with an inner courtyard and proportions traditional for the Chinese architectural school with the semantics of classical baroque, which resulted in the emergence of a unique for world architecture trend “Chinese Baroque”. For this purpose, the study provides an analysis of the basic principles of forming residential complexes,

compositional alignment and proportioning system characteristic of the Chinese architectural school and Western European. The work is based on the analysis of graphic materials, using which an attempt is made to identify patterns in proportioning, division and step of objects, as well as the use of decorative elements. The main result of the study is the identification of only the semantic similarity of the buildings of the “Chinese Baroque” quarter with the classical Western European analogue, which, in turn, are built according to the principles of proportioning and decoration characteristic of the local architectural school.

© Е.А. Пугачева, А.А. Ким, С.Г. Варанцовян, 2025

УДК 51.77

Моделирование конкурентного ценообразования

И.В. Зайцева¹, Р.И. Володько², В.В. Бондарь³,
Д.В. Шлаев⁴

¹ФГБОУ ВО «Российский государственный
гидрометеорологический университет»,
г. Санкт-Петербург;

²Ставропольский филиал ФГКОУ ВО «Краснодарский
университет Министерства внутренних дел
Российской Федерации»;

³ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет»;

⁴ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный
аграрный университет», г. Ставрополь (Россия)

Ключевые слова и фразы: задача; задача коммивояжера; модель; ценообразование.

Аннотация. В статье рассматривается математическая модель, в которой имеются производители товаров и перекупщики (или спекулянты), с возможным возникновением коррупции. Перекупщики, покупая товар в одном месте у производителей, продают его в другом, но по более высокой цене. Целью статьи является разработка конкурентной пространственной математической модели ценообразования. Задачи работы: формулировка уравнения общего производства, формализация общего дохода каждого из производителей, определение маршрута, который будет минимизировать транспортные расходы. Рассматриваемая задача исследуется и решается методом ветвей и границ. Приведен численный пример нахождения модели ценообразования минимизации транспортных расходов.

Рассмотрим математическую модель, в которой имеются производители товаров и перекупщики (или спекулянты), которые, покупая товар в одном месте у производителей, продают его в другом, но по более высокой цене. Пусть имеется рынок, включающий в себя несколько городов $M_1, \dots, M_n$ и несколько типов товара $1, \dots, K$. $N_1, \dots, N_m$ – пункты производства товаров. Перекупщики, скупая товары у производителей в этих пунктах, развозят его по городам $M_1, \dots, M_n$. Пусть в каждом пункте производства N_i имеется n_i производителей, т.е. в пункте N_1 – n_1 производителей, ..., в N_m – n_i . Производители выпускают продукцию K типов. Пусть $X_{iN_j}^k$ – это предложение или производство i -м производителем в пункте N_j товара типа k . Тогда общее производство в пункте N_j k -го типа товара можно записать в виде:

$$x_{N_j}^k = X_{1N_j}^k + X_{2N_j}^k + \dots + X_{nN_j}^k = \sum_{i=1}^{n_j} X_{iN_j}^k.$$

Введем функцию затрат $C_{iN_j}^k(y)$ на производство y единиц k -го типа товара производителем i , $i = 1, \dots, n$ в каждом пункте производства N_j . Цена, по которой производители продают товар типа k перекупщикам в пункте N_j , есть функция $P_{N_j}^k(x_{N_j}^k)$. Общий доход каждого из производителей в пункте N_j определяется:

$$U_{iN_j} = \sum_{k=1}^K P_{N_j}^k(x_{N_j}^k) X_{iN_j}^k - \sum_{k=1}^K C_{iN_j}^k(X_{iN_j}^k), i = 1, \dots, n_i [1].$$

Пусть имеется T перевозчиков (спекулянтов), которые, скупая товар у производителей, развозят его по пунктам потребления $M_1, \dots, M_n$. Для каждого из перевозчиков нужно решить так называемую задачу «коммивояжера». Коммивояжер (перевозчик) приезжает в пункт производства N_j , $j = 1, \dots, m$, загружает товар типа $k = 1, \dots, K$ и развозит по пунктам потребления M_i , $i = 1, \dots, n$, и так далее для каждого пункта производства, для каждого типа товара. Задача заключается в нахождении такого маршрута, который будет минимизировать транспортные расходы [2].

Рассмотрим математическую модель, в которой ставится задача минимизации:

$$\min F = \sum_{u=1}^n \sum_{v=1}^n c_{uv} p_{uv},$$

где c_{uv} – пропускная способность участка транспортной сети между пунктами u и v ; p_{uv} – переменная – индикатор посещения определенных пунктов, с ограничениями

$$\sum_{v=1}^n p_{uv} = 1, \quad \sum_{u=1}^n p_{uv} = 1$$

и условиями неотрицательности и целочисленности $p_{uv} \geq 0, p_{uv} \in \{0,1\} (u, v = 1, \dots, n)$. Добавляется условие прохождения маршрута через все пункты, т.е. так называемое условие цикличности. Основным методом решения задачи коммивояжера является метод ветвей и границ. Следует отметить, что данная задача относится к NP – сложным. На данный момент решение многономенклатурной задачи коммивояжера с несколькими пунктами производства не решена. Для упрощения поиска решения предлагается решить задачу отдельно для каждого из видов товара, отдельно для каждого из пунктов производства [3].

Пусть Y_{tji}^k – это то количество товара типа k , которое перевозчик t привез в пункт M_i из пункта N_j , $i = 1, \dots, n$, $j = 1, \dots, m$. Тогда общее количество товара типа k , которое привезли все перекупщики в пункт M_i , определяется таким образом:

$$y_{M_i}^k = \sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^m Y_{tji}^k.$$

Данная величина будет определять цену на товар типа k в пункте M_i :

$$R_{M_i}^k = R_{M_i}^k(y_{M_i}^k), i = 1, \dots, n.$$

Пусть общие расходы, связанные с перевозкой из пункта производства N_j в пункт потребления M_i единицы k -го типа товара (решение задачи коммивояжера), его страхованием определяются величиной ξ_{ji}^k . Совокупный доход перекупщика t будет определяться величиной:

$$u_t = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^K Y_{tji}^k R_{M_i}^k - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^K \left(\xi_{ji}^k (Y_{tji}^k) + P_{N_j}^k Y_{tji}^k \right).$$

Для нахождения оптимальности рассмотрим равновесие Нэша. Для того чтобы его вычислить, требуется решить следующую систему уравнений:

$$u_i(x^*) = \max_{x_i \in X_i} u_i,$$

а это эквивалентно условиям

$$\frac{\delta u_i}{\delta x_i}(x^*) = 0,$$

для всех i . Рассмотрим условия нахождения равновесных по Нэшу исходов для производителей [4]. Функция дохода для производителей определяется следующим образом:

$$U_{iN_j} = \sum_{k=1}^K P_{iN_j}^k(x_{N_j}^k) X_{iN_j}^k - \sum_{k=1}^K C_{iN_j}^k(X_{iN_j}^k) \quad i = 1 \dots n_i.$$

Рассмотрим относительно затрат на производство два случая: нулевые затраты и затраты, зависящие от объема производства. В предложении нулевых затрат получим, что исход, равновесный по Нэшу, удовлетворяет равенству:

$$X_{N_j}^{k*} P_{N_j}^{k'}(x^*) + P_{N_j}^k(x^*) = 0$$

или

$$X_{N_j}^{k*} = - \frac{P_{N_j}^k(x^*)}{P_{N_j}^{k'}(x^*)}.$$

В предложении затрат, зависящих от объема производства, получаем, что равновесный по Нэшу исход удовлетворяет равенству:

$$P_{N_j}^k(x_{N_j}^{k*}) + X_{iN_j}^{k*} \frac{\delta P_{N_j}^k}{\delta X_{iN_j}^k} - \frac{\delta C_{iN_j}^k}{\delta X_{iN_j}^k} = 0,$$

где $C_{iN_j}^k$ – затраты на производство товара k в объеме $X_{iN_j}^k$. Значит:

$$X_{iN_j}^{k*} = \frac{\left(\frac{\delta C_{iN_j}^k}{\delta X_{iN_j}^k} - P_{N_j}^k(x_{N_j}^{k*}) \right)}{\frac{\delta P_{N_j}^k}{\delta X_{iN_j}^k}(x_{N_j}^{k*})},$$

для перекупщиков:

$$u_t = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^K Y_{tji}^k R_{M_i}^k - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^K \left(\xi_{ji}^k(Y_{tji}^k) + P_{N_j}^k Y_{tji}^k \right).$$

Ситуация по Нэшу удовлетворяет условию:

$$\frac{\delta u_i}{\delta y_i}(y^*) = 0$$

или

$$R_{M_i}^k + Y_{tji}^k \frac{\delta R_{M_i}^k}{\delta Y_{tji}^k} - \frac{\delta \xi_{ji}^k}{\delta Y_{tji}^k} + P_{N_j}^k = 0.$$

Для учета в функции ξ_{ji}^k затрат на страховку поставок и доставку зададим:

$$\xi_{ji}^k = W_{ji}^k Y_{tji}^k + TC_j^k,$$

где W_{ji}^k – издержки размещения заказа, не зависящие от величины заказа и включающие страховку на поставки (модель *Economic Order Quantity*); TC_j^k – результат решения задачи коммивояжера для каждого пункта производства и каждого вида товара.

Рассмотрим пример применения математической модели. Пусть цена на товар – не-которая неубывающая вогнутая функция. Пусть

$$P_{N_j}^k = P_{0N_j}^k - x_{N_j}^k,$$

где $P_{0N_j}^k$ – некоторая константа, причем $P_{0N_j}^k > x_{N_j}^k$, $P_{N_j}^k(0) > 0$, $P' > 0$, $P'' > 0$.

Предположим, что функция затрат линейна относительно количества произведенного товара:

$$C_{iN_j}^k = C_{0N_j}^k X_{iN_j}^k,$$

где $C_{0N_j}^k$ – некоторая константа, $C_{0N_j}^k > 0$. Пусть имеется два пункта производства, в каждом из них по одному производителю, каждый из которых выпускает по одному товару, но разного вида (вид 1 и 2 соответственно). Определим необходимые константы:

$$P_{0N_1}^1 = 3, \quad P_{0N_2}^2 = 4, \quad C_{0N_1}^1 = 0.2, \quad C_{0N_2}^2 = 0.25.$$

Таблица 1. Транспортная сеть для пункта производства #1

∞	45	78	20	26	100
34	∞	16	25	12	44
23	14	∞	14	58	22
45	78	19	∞	89	54
43	60	30	56	∞	86
56	45	67	38	60	∞

Таблица 2. Транспортная сеть для пункта производства #2

∞	45	78	20	26	98
34	∞	16	25	12	34
23	14	∞	14	58	67
45	78	19	∞	89	55
43	60	30	56	∞	34
78	19	29	40	54	∞

При таких условиях получим:

$$X_{N_1}^{1*} = 1.246, X_{N_2}^{2*} = 2.25.$$

Аналогично, пусть цена на товар в пункте реализации – некоторая убывающая функция. Пусть $R_{M_i}^k = R_{0M_i}^k - y_{M_i}^k$, где $R_{0M_i}^k$ – некоторая константа, причем:

$$P_{0N_j}^k > x_{N_j}^k, P_{N_j}^k(0) > 0, P' > 0, P'' < 0.$$

Функция затрат выглядит следующим образом $\xi_{ji}^k = W_{ji}^k y_{ji}^k + TC_j^k$. Подсчитаем цены, по которым производители продают товар типа k в пункте:

$$N_j P_{N_j}^k = P_{0N_j}^k - x_{N_j}^k.$$

Отсюда имеем $P_{N_1}^1 = 1.754$, $P_{N_2}^2 = 1.75$. Пусть будет перекупщик, развозящий товары 1 и 2 по пяти пунктам потребления. Введем необходимые константы для расчета равновесия по Нэшу:

$$R_{0M_1}^1 = 3.5, R_{0M_1}^2 = 3, R_{0M_2}^1 = 3.2, R_{0M_2}^2 = 2, R_{0M_3}^1 = 2.2, R_{0M_3}^2 = 3.4, \\ R_{0M_4}^1 = 2.5, R_{0M_4}^2 = 2.3, R_{0M_5}^1 = 3.8, R_{0M_5}^2 = 2.8, W_{1i}^1 = 0.8, W_{2i}^2 = 0.3.$$

Зададим транспортную сеть для пункта производства #1 с пропускными способностями

в условных единицах матрицей связности (табл. 1).

В результате по дереву ветвлений гамильтонов цикл образуют ребра (2,5), (5,1), (1,4), (4,3), (3,6), (6,2), затраты на маршрут равны $F = 161$.

Зададим транспортную сеть для пункта производства #2 с пропускными способностями в условных матрицей связности (табл. 2).

В результате по дереву ветвлений гамильтонов цикл образуют ребра (2,5), (5,6), (6,4), (4,3), (3,1), (1,2), затраты на маршрут равны $F = 173$. Тогда:

$$Y_{11}^1 = 1.604, Y_{12}^1 = 1.454, Y_{13}^1 = 0.954, Y_{14}^1 = 1.104, Y_{15}^1 = 1.754, Y_{21}^2 = 1.1, Y_{22}^2 = 1.2, Y_{23}^2 = 1.3, Y_{24}^2 = 0.75, Y_{25}^2 = 1.$$

Литература

1. Зайцева, И.В. Математическое моделирование решения конкурентной задачи синхронизации подзадач / И.В. Зайцева, М.Г. Казначеева, Д.В. Шлаев, И.К. Сиденко // Наука и бизнес: пути развития. – 2023. – № 4(142). – С. 33–36.
2. Зайцева, И.В. Управление динамикой конкурентного взаимодействия между предприятиями / И.В. Зайцева, А.И. Кирьянен, О.А. Малафеев, О.Х. Казначеева, М.Г. Казначеева // Перспективы науки. – 2021. – № 6(141). – С. 39–42.
3. Зайцева, И.В. Моделирование цикличности развития в системе экономик / И.В. Зайцева, О.А. Малафеев, А.В. Степкин, М.В. Черноусов, Е.В. Кособлик // Перспективы науки. – Тамбов : ТМБпринт. – 2020. – № 10(133). – С. 173–176.
4. Zaitseva, I.V. Mathematical Model of Network Flow Control / I.V. Zaitseva, O.A. Malafeyev, V.V. Zakharov et al. // IOP Conference Series : Materials Science and Engineering. – 1st International Conference on Innovative Informational and Engineering Technologies, IIET 2020. – 2020. – P. 012036.

References

1. Zaytseva, I.V. Matematicheskoye modelirovaniye resheniya konkurentnoy zadachi sinkhronizatsii podzadach / I.V. Zaytseva, M.G. Kaznacheyeva, D.V. Shlayev, I.K. Sidenko // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2023. – № 4(142). – S. 33–36.
2. Zaytseva, I.V. Upravleniye dinamikoy konkurentnogo vzaimodeystviya mezhdu predpriyatiyami / I.V. Zaytseva, A.I. Kir'yanen, O.A. Malafeyev, O.KH. Kaznacheyeva, M.G. Kaznacheyeva // Perspektivy nauki. – 2021. – № 6(141). – S. 39–42.
3. Zaytseva, I.V. Modelirovaniye tsiklichnosti razvitiya v sisteme ekonomik / I.V. Zaytseva, O.A. Malafeyev, A.V. Stepkin, M.V. Chernousov, Ye.V. Kosoblik // Perspektivy nauki. – Tambov : TMBprint. – 2020. – № 10(133). – S. 173–176.

Competitive Pricing Modeling

I.V. Zaitseva¹, R.I. Volodko², V.V. Bondar³, D.V. Shlaev⁴

¹*Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg;*

²*Krasnodar University of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation;*

³*North Caucasus Federal universities;*

⁴*Stavropol State Agrarian University, Stavropol (Russia)*

Key words and phrases: model; task; pricing; traveling salesman's task.

Abstract. The article considers a mathematical model in which there are producers of goods and resellers (or speculators), with the possible occurrence of corruption. Resellers, buying goods from manufacturers in one place, sell them to another, but at a higher price. The aim of the work is to develop a competitive spatial mathematical pricing model. The objectives of the work are to formulate the equation of total production, formalize the total income of each producer, and determine the route that will minimize transportation costs. The problem under consideration is investigated and solved by the method of branches and boundaries. A numerical example of finding a pricing model for minimizing transportation costs is given.

© И.В. Зайцева, Р.И. Володько, В.В. Бондарь, Д.В. Шлаев, 2025

УДК 338.45

Интернационализация глобальных процессов в сфере IT-индустрии

А.М. Юдина

ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет
имени А.Г. и Н.Г. Столетовых», г. Владимир (Россия)

Ключевые слова и фразы: глобализация; инновации в IT; интернационализация IT; кибербезопасность; международные регуляции; сетевые эффекты; цифровая трансформация; IT-индустрия.

Аннотация. Цель статьи – провести комплексный анализ интернационализации глобальных процессов в сфере IT-индустрии, выявить ключевые факторы, влияющие на формирование цифровой трансформации в этом сегменте экономики. Задачами исследования выступают аргументация актуальности поставленной проблемы, выявление ключевых факторов для формирования цифровой трансформации, поиск новых траекторий для превенции рисков и выстраивание возможностей развития международного IT-пространства в условиях современных глобальных вызовов. Методы исследования: анализ, SWOT-анализ, моделирование сценариев, синтез, моделирование, метод сопоставления экономических и психологических источников, обобщение философской, экономической, психологической и правовой литературы, сравнение, систематизация материала. В результате нашего исследования установлено, что интернационализация глобальных процессов в сфере IT в условиях, где ключевыми факторами успеха являются аутсорсинг и офшоринг, способна ускорить инновационные процессы, снизить цифровой разрыв и успешно превентировать киберугрозы, геополитические риски, глобализационные факторы.

Эволюция мирового хозяйства XXI в. определяется интернационализацией и глобализацией экономических процессов, которые выступают основными фундаментальными тенденциями, определяющими развитие мировой экономики. Интернационализация предполагает расширение международного обмена товарами, услугами, технологиями, в том числе цифровыми, что делает интеграцию национальных и мировых рынков естественной и адекватной историей развития взаимодействия. Глобализация как процесс предполагает стирание этнических границ, которые мешают вывести на рынок продукт из-за традици-

онных рамок или конфессиональных историй, формируя глобальный спрос и глобальные предложения, в том числе в контексте цифровой трансформации, но, с другой стороны, встречают большое сопротивление из-за вышеназванных процессов.

Интернационализация и глобализация сегодня в современной реальности проходят в условиях высокой динамики как макро-, так и микропроцессов. Сегодня создаются новые цифровые платформы, цифровые правительства, цифровые продукты. Искусственный интеллект, виртуальная реальность, дополненная реальность формируют совершенно иные условия для анализа интернационализации и глобализации цифрового сектора.

Высокий темп развития цифровых технологий создает определенные риски, включая цифровое неравенство, участие искусственного интеллекта в шпионаже, инициацию информационных войн, провокацию коммерческих противодействий между разными акторами мирового рынка.

Высокая технологическая сложность цифровых продуктов инициирует их разработку при достаточно большом капиталовложении в дифференцированные ресурсы по их созданию или проектированию.

Транснациональные корпорации, международные организации борются друг с другом за усиление влияния в цифровой индустрии. В таких условиях важно не только понимать рискогенные процессы, но и видеть возможности для того, чтобы осуществить более эффективную экономическую политику в условиях мировых тенденций глобализации.

Целью нашего исследования выступает анализ исторических тенденций, целенаправленного влияния на стратегию управления в цифровом секторе. Интернационализация цифровизации экономики предполагает процесс, при котором производство выходит за пределы национальных границ для поиска новых рынков и технологий.

Таким образом, изучение экспорта, импорта, лицензирования и политики существующих стратегических альянсов выступает важной исследовательской задачей. Ситуация усугубляется разночтением цифровых конвенций, существующих в международном праве сегодня.

Глобализация цифрового сектора инициирует рост интеграционных процессов, при которых стираются границы, а экономические решения могут быть приняты на условно глобальном уровне.

Именно процессы глобализации инициировали достаточно болезненную санкционную историю. Общий рынок, выстроенный на международном плацдарме, оказался в неоднозначной ситуации невозможности приобрести ряд продуктов из-за геополитического фактора, а ситуация с импортозамещением проходила в странах и проходит не так быстро, как глобализация.

История интернационализации начинается в достаточно раннее время и говорить о таком процессе позволяют очень интересные события, сопряженные с великими географическими открытиями, когда формируются торговые пути с Америкой и Востоком. Торговля, которую осуществляли мореплаватели, где основным продуктом выступали специи, чай, кофе, драгоценные металлы, существенно стимулировала рост внутреннего валового продукта, например, в Испании.

Следующая за этими процессами в истории промышленная революция способствовала усилению неравенства между странами, развитию политики колонизации и экспорта

капитала из Британии в Вест-Индию.

В XX в., после Второй мировой войны, для нас интерес представляет запрос на координацию торговли через Лигу наций. Такие тенденции сформировали протекционизм, определенные коррупционные связи.

Вторая мировая война также повлияла на усиление процессов интеграции: Бреттон-Вудские соглашения в 1944 г., создание Международного валютного фонда (**МВФ**) и Всемирного банка (**ВБ**), а в 1947 г. создание предшественника Всемирной торговой организации (**ВТО**) – Генерального соглашения по тарифам и торговле (**ГАТТ**).

Золотым веком глобализации становятся 2000-е гг. Неолиберальные реформы, перестройка мира, создание постсоветского пространства и Российской Федерации трансформировали старые рынки. В 2001 г. Китай присоединился к ВТО. В 1990-е гг. формировалась активная цифровая часть рынков, развивались такие магазины, как *eBay* и *Alibaba*, которые абсолютно по-другому задали тон розничной торговле.

После кризиса 2008 г. стали развиваться процессы глокализации или так называемой деглобализации. Пандемия *COVID-19* в 2020 г. ускорила цифровую глобализацию и усилила цепочки цифровых коммуникаций. На цифровых рынках появилось большое количество образовательных продуктов, цифровые магазины интернета вещей вытесняют офлайн продавцов.

Современные тенденции интернационализации глобальных процессов в *IT*-сфере связаны с процессами цифровой глобализации. Цифровые технологии в XXI в. включены в процессы интеграции через создание облачных сервисов технологии *Big Data*. В 2022 г. цифровая торговля составила 12 триллионов долларов или 20 % мировой торговли. Явное усиление глобализационных механизмов хорошо иллюстрирует пример кинокомпании США *NETFLIX*, аудитория которой в 2022 г. насчитывала зрителей цифрового ТВ более, чем из 190 стран.

Таким образом, постепенно от региональной интеграции мир перешел к глобальной с ростом транснациональных корпораций (**ТНК**). В этом мы видим большое количество положительных эффектов, наиболее значимыми из которых являются следующие.

1. Явный экономический рост. Цифровая открытость инициирует рост внутреннего валового продукта (**ВВП**). Примером этого выступает история о том, как глобализация помогла Китаю снизить бедность более чем на 50 %, опираясь на цифровые технологии глобального рынка.

2. Цифровые инновации, повышающие эффективность: цифровое образование ускоряет научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (**НИОКР**). Компании вкладывают очень большие ресурсы в повышение квалификации в условиях гонки за самые эффективные цифровые технологии.

3. Изменение доступа к цифровым ресурсам: сегодня облачные хранилища, цифровые банки и системы *Big Data* в условиях *Zero Trust* и *Internet of Things* представляют собой крупные цифровые экосистемы с удобным доступом к ресурсам. Это позволяет адаптировать рыночные технологии, используя данные физических лиц, которые насыщают товарами и услугами крупные компании, такие как *Ozon*, *Wildberries* и др.

В то же время нельзя не отметить явные отрицательные эффекты интернационализации глобальных процессов в цифровой индустрии.

Неравенство, рост финансовых рисков и их социальные последствия выступают главными триггерами подобных процессов. Глобализация усиливает неравенство и способ-

ствует росту безработицы из-за офшоринга. Волатильность валют и финансовые кризисы 2008 и 2020 гг. оказали значительное влияние на глобальные рыночные системы, что неизбежно отражается на социальных процессах, включая увеличение миграционных потоков как в трудовом, так и в военно-политическом сегментах мировой экономики.

Торговые войны между США и Китаем, санкции против России приводят к изменению ситуации с экспортом на мировых рынках. Происходит усиление цифрового разрыва: развивающиеся страны, в которых не так много газификации и доступа к водным ресурсам, в столь же разнообразной форме получают доступ к информационно-телекоммуникационным сетям Интернет, что выступает серьезным торможением для цифровой глобализации.

Таким образом, глобализация и интернационализация в цифровом секторе трансформируют экономическое пространство. С одной стороны, это инициирует рост инноваций и интеграцию, но если не учитывать риски, то возникающие кризисы будут очень болезненными для экономики как национальной, так и мировой, а, с другой стороны, соблюдая баланс с рисками в эпоху цифровизации, можно выстроить усиление развития многоскоростной глобализации при увеличении инвестирования в зеленые технологии и образование, а также снизить процессы глокализации и деглобализации.

Литература/References

1. Buckley, P.J. The Multinational Enterprise Revisited: The Essential Buckley and Casson / P.J. Buckley, M. Casson. – Palgrave Macmillan, 2009. – P. 45–67.
2. Gereffi, G. The Governance of Global Value Chains / G. Gereffi, J. Humphrey, T. Sturgeon // Review of International Political Economy. – 2005. – Vol. 12. – No. 1. – P. 78–104.
3. Lacity, M. Global Outsourcing of Back Office Services: Lessons, Trends and Enduring Themes / M. Lacity, L. Willcocks // Strategic Outsourcing: An International Journal. – 2013. – Vol. 6. – No. 3. – P. 234–248.

Internationalization of Global Processes in the IT Industry

A.M. Yudina

Vladimir State University named after A.G. and N.G. Stoletovs, Vladimir (Russia)

Key words and phrases: internationalization of IT; globalization; IT industry; digital transformation; cybersecurity; innovations in IT; international regulations; network effects.

Abstract. The purpose of the article is to conduct a comprehensive analysis of the internationalization of global processes in the IT industry, to identify the key factors influencing the formation of digital transformation in this segment of the economy. The objectives of the study are to argue the relevance of the problem; identify key factors for the formation of digital transformation; search for new trajectories to prevent risks and build opportunities for the development of the international IT space in the context of modern global challenges. Research

methods included analysis, SWOT analysis and scenario modeling, synthesis, modeling, the method of comparing economic and psychological sources, generalization of philosophical, economic, psychological and legal literature, comparison, systematization of material. As a result of our study, it was established that the internationalization of global processes in the IT sphere in conditions where the key factors of success are outsourcing and offshoring can accelerate innovation processes, reduce the digital divide and successfully prevent cyber threats, geopolitical risks, and globalization factors.

© А.М. Юдина, 2025

УДК 378

Искусственный интеллект в вузе: подготовка к будущему или угроза традициям

С.Г. Анцупова, Д.Б. Борисова

ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова», г. Якутск (Россия)

Ключевые слова и фразы: высшая школа; генеративные нейросети; искусственный интеллект (ИИ); профессиональная подготовка.

Аннотация. Целью исследования является общий анализ востребованности генеративных нейросетей среди студентов и преподавателей вуза. Задача исследования: рассмотреть возможности и проблемы подготовки и переподготовки специалистов с применением генеративных нейросетей. Гипотезой исследования является предположение о том, что генеративные сети можно внедрять в профессиональную подготовку будущих специалистов, учитывая как положительный, так и отрицательный опыт их применения. В ходе исследования были использованы педагогические наблюдения, метод качественного и количественного анализа. Исследование показало, что должен быть ответственный подход в вопросах стремительного распространения генеративных сетей и ответственности за действия ИИ.

Искусственный интеллект, в т.ч. генеративные нейросети, – одно из самых ярких и неизученных веяний настоящего времени, развитие которых поражает: они создают картины, фотографии, пишут музыку, рассказы и сценарии, открывают новые возможности, которые очевидным образом меняют мир вокруг, и мы все являемся частью этого процесса. И нужно понимать, что по мере взросления и совершенствования такие технологии будут находить все большее практическое применение.

В последние десять лет мы наблюдаем резкий всплеск интереса к данной теме, связанный с внедрением генеративных состязательных сетей (2014 г.) и с появлением самообучающихся языковых моделей, таких как *ChatGPT* (2023 г.). Высокая степень актуальности проблемы использования генеративных нейросетей в образовании подтверждается, например, тем фактом, что летом 2023 г. ЮНЕСКО опубликовало подробное руководство по использованию *ChatGPT* в высшем образовании, в котором описаны возможности, проблемы и рекомендации по интеграции этого инструмента в учебный процесс [1].

Что же такое большая языковая модель? Это тип искусственного интеллекта, который способен обрабатывать и понимать естественный язык благодаря обучению на огромных объемах текстовых данных, простыми словами, интерфейс между человеком и большим

объемом информации, который может компилировать то, что имеется в доступе глобальной сети. Таким образом, он может ликвидировать монотонность в некоторых рутинных операциях и профессиях, например, в сфере услуг, в работе корпоративного юриста или экономиста, копирайтера, имея техническую возможность обрабатывать и анализировать большое количество имеющейся информации за считанные минуты. Другой вопрос, чем займутся все те люди, которые могут быть высвобождены в результате такого процесса?

Поэтому в центре этого вопроса продолжает оставаться этика с проблемами аутентичности и безопасности таких технологий. Генеративная нейросеть сейчас некоторыми людьми воспринимается как враг, потому что посягает на интеллектуальную составляющую человека – его мозг. И чем человек старше, тем больше страхов, связанных с генеративными нейросетями у нас возникает, мы боимся того, что весь наш опыт и навыки обесценятся и искусственный разум сможет заменить не только нашу работу, но и работу целых компаний.

По данным Российской газеты, за последние 30 лет уровень высшего образования в России вырос почти втрое: более 31 % населения в возрасте от 25 до 65 лет окончили вуз, а среди граждан в возрасте 25–35 лет высшее образование имеют больше 41 % граждан. Сегодня по уровню образования населения Россия входит в число самых образованных стран Европы.

При этом преподаватели продолжают сравнивать современного студента с тем, который был лет 30 назад, и это сравнение не в пользу первого. Одной из причин, по их мнению, является массовизация высшего образования, когда оно стало доступно людям со средними мотивационными и образовательными способностями, а программы в вузах продолжают оставаться, с учетом их инерционности, ориентированными на хорошистов и отличников. На выходе получается, что количество выпускников можно представить в формате буквы «Y» – поступает много, а выпускаются единицы. И только передовые вузы, такие как МФТИ, ВШЭ, МГУ, ИТМО, имеют возможность производить селективный отбор на входе, имея у себя на обучении абитуриентов с высокими баллами ЕГЭ. По итогу массовое образование становится отнюдь не качественным и вопрос, как массовое сделать качественным, до сих пор остается открытым.

В своем докладе на VIII Международном конгрессе медиаисследований (Мадридский университет Комплутенсе, 6 сентября 2023 г.) профессор Саламанкского университета (Испания) Ф.Х. Гарсиа-Пеньальво констатирует, что с появлением генеративных систем (таких как *GPT* и *DALL-E* от компании *OpenAI*) в сфере ИИ произошел глобальный сдвиг, который, по его мнению, окажет существенное влияние и на образование. Профессор считает, что интеграция генеративного ИИ в учебный процесс позволит создавать персонализированные учебные материалы, адаптировать образовательные траектории к индивидуальным потребностям обучающихся, а также поможет сэкономить время преподавателя за счет автоматизации оценки студенческих работ [1]. И это действительно так, когда образование нуждается в индивидуальном подходе разношерстной студенческой группы, использование генеративного мышления могло бы помочь преподавателю во внедрении методик адаптивного образования, в том числе сделав обучение персонализированным. В перспективе с учетом развития технологий ИИ может помочь студенту в самостоятельной работе, например, сделав знаниевую систему интерактивной, в которой обучающийся имеет возможность задавать вопросы виртуальному преподавателю – чат-боту. Результаты показали, что чат-боты с ИИ оказали большое влияние на результаты обучения студентов. Более того, они сильнее повлияли на студентов в высших учебных заведениях, по сравнению с учащимися в начальных и средних учебных заведениях [2].

Продолжая тему образования, можно отметить следующее: в современном мире образование не оканчивается получением диплома, сейчас это обучение на протяжении всей жизни (*lifelong learning*). И как показывает практика, многих привлекает онлайн-обучение, ценность которого состоит в способе организации учебных занятий.

Анализ большинства онлайн-курсов показывает, что мы получаем некие знания и понимания, которые, как правило, подтверждаются тестами, а результат обучения не проверяется через реальную деятельность, дающую возможность подтвердить полученные компетенции. Прикладных задач в онлайн-курсах достаточно мало. В связи с этим автору онлайн-курса сложно увидеть рефлексии слушателей и не менее сложно проверить их компетенции, а также готовность к фактической деятельности. И в этом, как видится, может помочь искусственный интеллект. Например, оказав содействие в конвертации текстового материала в интерактивный формат, обеспечив диалоговость во взаимодействии «студент-преподаватель», которое поспособствует анализу степени понимания задач обучающимися или подходов к их решению, упрощению взаимодействия между преподавателем и студентом. Так, образовательная платформа *Coursera* опубликовала ежегодный отчет о навыках *Global Skills Report 2025*. Главным нововведением отчета стал *AI Maturity Index* («Индекс ИИ-зрелости»), который оценивает готовность 109 стран к внедрению и развитию искусственного интеллекта. Лидером рейтинга стал Сингапур. Искусственный интеллект, как и в прошлом году, стал навыком, спрос на курсы по которому быстрее всего растет на данной платформе. Число регистраций на курсы по этой теме выросло на 195 % за год. Если в 2023 г. на такие курсы записывался один человек в минуту, то в 2025-м г. – 12 [3].

В начале 2025 г. в инженерно-техническом институте СВФУ был проведен опрос отношения студентов и профессорско-преподавательского состава к влиянию нейросетей на образовательную деятельность. На вопрос «Как вы относитесь к нейросетям?» обучающиеся отвечают, что являются активными пользователями (72 %) и это очень хорошо помогает там, где текстами и визуализацией необходимо подтверждать образовательный результат, создавая доклады и рефераты, что сильно упрощает жизнь и экономит время. При этом 89 % побоялись бы довериться строителю или врачу, который написал свою выпускную работу с применением искусственного интеллекта. Пользователи нейросети отмечают их прогресс (79 %), а также прогнозируют будущую перспективу в использовании (94 %), хотя более разборчивые и знающие (18 %) фиксируют логические нестыковки и неточности предоставляемой информации, например, ссылок на несуществующую статью или автора, могут проскакивать неправильные тождества. Преподаватели же считают, что человеческий мозг никто не заменит (88 %), в том числе с точки зрения интроспекции самого человека, когда мы можем вести диалог о своих чувствах и переживаниях только с подобными себе, но никак не с машиной. Как правило, большинство (91 %) ничего не имеет против, если такие технологии будут использоваться как вспомогательный инструмент или механизм в повышении качества учебных результатов.

Генеративные сети могут помочь системе образования стать более гибкой в исследовательском плане, поскольку в настоящее время она плохо адаптируется к происходящим изменениям, связанным со скоростной генерацией новых знаний и технологий с учетом их сложности и интердисциплинарности. Так, сейчас передовые модели ИИ обучаются на современных графических процессорах, взятых не из глобальной сети, они генерируют данные из реальных уравнений квантовой физики, и это новая сила для человечества, которой никогда раньше не было. Возьмем, к примеру, продукты нефтеперерабатывающего завода, являющиеся прибыльными – высокооктановое и авиационное топливо, а также от-

ходы нефтеперерабатывающей промышленности, которые не приносят много денег и, как правило, утилизируются путем сжигания. И когда мы понимаем, как мы можем применить ИИ, который понимает химию, мы можем превратить отходы нефтепереработки в углеродные композиты, а это уже инновационное будущее многих отраслей.

Как изменятся области нашей жизни из-за генеративных нейросетей? Будет ли созданное человеком обесцениваться или, наоборот, цениться еще сильнее? Какие дополнительные требования к профессиям появятся? И как они повлияют на систему высшего образования и образованность в целом, пока не совсем понятно.

Литература

1. Терехова, Е.С. Анализ востребованности использования нейросетей для решения учебных задач / Е.С. Терехова, Н.Н. Пучкова, Л.В. Новикова // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2024. – № 08. – С. 1–17.
2. Конколь, М.М. Анализ опыта внедрения нейросетевых технологий в зарубежной школе / М.М. Конколь // Перспективы науки. – 2025. – № 3(186). – С. 134–137.
3. Coursera представила индекс готовности стран к внедрению и развитию ИИ // Интернет-портал Skillbox Media. Образование 4.0 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://skillbox.ru/media/education/coursera-predstavila-indeks-gotovnosti-stran-k-vnedreniyu-i-razvitiyu-ii>.

References

1. Terekhova, Ye.S. Analiz vostrebovannosti ispol'zovaniya neyrosetey dlya resheniya uchebnykh zadach / Ye.S. Terekhova, N.N. Puchkova, L.V. Novikova // Nauchno-metodicheskiy elektronnyy zhurnal «Kontsept». – 2024. – № 08. – S. 1–17.
2. Konkol', M.M. Analiz opyta vnedreniya neyrosetevykh tekhnologiy v zarubezhnoy shkole / M.M. Konkol' // Perspektivy nauki. – 2025. – № 3(186). – S. 134–137.
3. Coursera predstavila indeks gotovnosti stran k vnedreniyu i razvitiyu II // Internet-portal Skillbox Media. Obrazovaniye 4.0 [Electronic resource]. – Access mode : <https://skillbox.ru/media/education/coursera-predstavila-indeks-gotovnosti-stran-k-vnedreniyu-i-razvitiyu-ii>.

Advanced Training: Preparation at University and at Work

S.G. Antsupova, D.B. Borisova

St. Petersburg State Economic University, St. Petersburg (Russia)

Key words and phrases: generative neural networks; artificial intelligence; higher education; professional training.

Abstract. The aim of the study is a general analysis of the demand for generative neural networks among students and teachers of the university. The objective of the study is to consider the problem of training and retraining of young specialists. The hypothesis of the study is the assumption that it is important to develop meta-competencies not only in the workplace, but also within the framework of university training together with employers, taking into account

both positive and negative practical experience. During the study, pedagogical observations and methods of qualitative and quantitative analysis were used. The study found that there must be a responsible approach to the rapid spread of generative networks and responsibility for AI actions.

© С.Г. Анцупова, Д.Б. Борисова, 2025

УДК 65

Разработка программного обеспечения для анализа ИТ-инфраструктуры предприятия

Я.В. Славолубова, Е.В. Буйная, В.В. Артамонов,
А.А. Скрыбин

ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический
университет имени Т.Ф. Горбачева», г. Кемерово (Россия)

Ключевые слова и фразы: ИТ-инфраструктура предприятия; оценка стоимости затрат; совокупная стоимость владения; *Python*.

Аннотация. Цель – разработать инструмент автоматизированной оценки стоимости ИТ-инфраструктуры предприятия. Задачи: провести обзор литературных источников по вопросам управления информационными технологиями на предприятиях, повышения эффективности ИТ-инфраструктуры предприятия: библиотеки рекомендаций *ITIL* 2019, стандарта *ISO 20 000 (ITSM)*, методологии *COBIT* 2019, описать теоретические основы экономической оценки стоимости содержания ИТ-инфраструктуры предприятия, на примере ИТ-компании провести анализ ИТ-инфраструктуры предприятия. Гипотеза: оценка стоимости ИТ-инфраструктуры предприятия может быть автоматизирована. Методы: применяется комплексный подход использования методов финансового анализа, менеджмента и программирования. Приложение написано на *Python*, среда разработки – *PyCharm*. В данном случае *Python* используется для обработки данных, математических вычислений и построения графического интерфейса. Для разработки приложения на *Python* использовалась библиотека *Tkinter*. Разработанное приложение позволяет оценить капитальные и операционные затраты на ИТ-инфраструктуру предприятия. Встроенный конструктор позволяет определять необходимые элементы ИТ-инфраструктуры, а также необходимые статьи расходов в зависимости от специфики предприятия, его размера, отраслевой принадлежности. Приложение может быть полезно руководителю предприятия в учебном процессе. Автоматизация процесса оценки стоимости затрат позволяет оперативно оценить затраты на содержание динамично меняющейся ИТ-инфраструктуры предприятия по мере его развития.

Введение

В настоящее время в эпоху информатизации общества современному предприятию требуется эффективная ИТ-инфраструктура, поддерживающая основные бизнес-процессы предприятия, необходимые для его стратегического развития. Как правило, эти бизнес-процессы включают в себя не только внутренние процессы предприятия, но и процессы взаимодействия его с внешней средой. Естественно, ввиду изменчивости как внешних условий, так и внутренних процессов, неизбежны постоянные модификации ИТ-инфраструктуры предприятия. При управлении процессами по улучшению ее качества анализируются основные составляющие элементы, проводят мероприятия по повышению требуемого уровня качества ИТ-сервисов, предоставляемых ИТ-службами. Полноценная инфраструктура информационных технологий, включающая в свой состав службы, подсистемы и решения, определяет эффективность деятельности предприятия в целом.

Управление информационными технологиями становится важнейшей задачей в силу трансформации роли информационных технологий, в ряде случаев переходящей от вспомогательной к стратегической. Примерами являются предприятия финансового сектора экономики (банки, страховые компании, магазины), уделяющие большое значение информационной безопасности финансовых операций.

По вопросам управления информационных технологий и ИТ-сервисов на предприятии существует множество стандартов, рекомендаций, руководств и прочих изданий. Проведем обзор основных решений по повышению эффективности ИТ-инфраструктуры предприятия, дадим им краткую характеристику.

Библиотека рекомендаций *ITIL* (библиотека инфраструктуры информационных технологий) посвящена детальному описанию процессов управления и контроля ИТ-сервисов. Изучение возрастающей роли ИТ-служб в структуре предприятия привело к разработке концепции и модели управления качеством информационных услуг *ITSM* (управление ИТ-услугами). Первая версия библиотеки *ITIL* была выпущена в 1989–1996 гг., несколько раз переиздавалась, четвертая версия вышла в 2019 г. В силу своей объемности, насчитывающей 30 томов книг с рекомендациями, первая версия была сложна в освоении, по мере переизданий объем ее содержания постепенно сокращался. Также изменения касались использования понятий «процесс» и «практика» по причине их путаницы. Термин «практика» в четвертой версии библиотеки *ITIL* заменил понятие «процесс», встречающийся в предыдущих версиях. Большое внимание уделяется концентрации на ценности, которую предоставляет ИТ-сервис, а также оптимизации продуктов и услуг предприятия на основе объективной оценки ценности. Основополагающими принципами библиотеки являются фокусировка на ценности, использование предыдущих наработок, итеративное развитие с обратной связью, сотрудничество и прозрачность для всех участников, целостность работы, простота и практичность, оптимизация и автоматизация [1].

На основе библиотеки *ITIL* был разработан международный стандарт *ISO 20 000 (ITSM)*, перевод которого впоследствии был принят в России в качестве государственного, в 2013 г. ГОСТ Р ИСО/МЭК 20 000-1-2013 регулярно переиздавался в соответствии с обновлением международной версии. Очередная версия стандарта была выпущена в 2022 г. В стандарте особое внимание уделяется системе менеджмента сервисов и ценности, а также не используется понятие «практика», заменившее понятие «процесс» в *ITIL* 4 [1; 2].

Методология *COBIT* 2019 является одним из подходов к управлению информационными технологиями, предлагая рекомендации по лучшим практикам в этой области. Рекомендации в большей степени касаются поддержания работоспособности информационных

технологий, соответствии требованиям и бенчмаркингу, согласованию информационных технологий с бизнесом, управлению затратами и оптимизации стоимости. Концепция поддержки согласования информационных технологий с бизнесом легла в основу руководства корпоративной информацией и технологиями (**EGIT**), учитывающего ключевую роль информационных технологий в управлении рисками предприятия. **COBIT 2019** опирается на более чем 25-летний опыт наилучшей практики проектирования и внедрения руководства **EGIT** [3; 4].

По результатам проведенного обзора отметим, что, повышая качество ИТ-инфраструктуры предприятия, не следует забывать, что ИТ-инфраструктура и бизнес должны развиваться «на одной волне». Избыточные ИТ-решения приводят к финансовым убыткам (дорого стоят), а также к убыткам в виде упущенной прибыли, возникающей в результате того, что не используются все потенциальные возможности информационных технологий. Если информационные технологии развиваются медленнее, чем бизнес, то они затормаживают развитие бизнеса. Оптимизируя ИТ-инфраструктуру предприятия, необходимо уделять внимание сокращению расходов, в том числе на ее содержание.

Целью данной статьи является разработка инструментария для оценки стоимости элементов ИТ-инфраструктуры предприятия.

1. Теоретические основы оценки стоимости элементов ИТ-инфраструктуры

Экономическая эффективность информационных систем и информационных технологий, используемых на предприятии, оценивается как разница между приростом прибыли и капитальными затратами. Несомненно, информационные системы положительно влияют на деятельность организации и работу людей. Например, они вполне могут ускорить обработку данных и документооборот, но в то же время необходимо определить, насколько это оправдано в смысле огромных затрат и насколько будет продолжительным период окупаемости. Даже в случае окупаемости наибольший интерес представляют информационные системы, которые окупят себя в кратчайшие сроки.

Существует множество различных методов определения значения стоимости владения системой, одним из которых является подход, основанный на идее **TCO**, предложенный еще в 1987 г. компанией *Gartner Group* [5].

Совокупная стоимость владения (**TCO**) определяется как суммарная величина прямых и косвенных затрат владельца системы на протяжении всего ее жизненного цикла [5]. Прямые затраты разделяют на капитальные (**CAPEX**) и операционные (**OPEX**). Косвенные затраты оцениваются, как значение величины потенциальных потерь от различных плановых и внеплановых сбоев. Единую формулу расчета значения **TCO** привести нельзя, т.к. состав затрат может быть разным в зависимости от специфики предприятия, проекта в целом и объектов расчета. Объектами расчета могут быть оборудование, программное обеспечение, консалтинговые услуги и др. [5].

Большую сложность в оценке представляют косвенные затраты, но именно они отражают эффективность управления информационными системами. Чем больше эффективность ИТ-службы в управлении ИТ-инфраструктурой и системами, тем меньше косвенные затраты от простоя систем, потери времени пользователей на решение проблемы.

При определении целесообразности эксплуатации системы только вычисление совокупной стоимости владения будет недостаточным, необходимо сравнить ее значение с прочими параметрами. Чем сложнее бизнес-процессы системы и чем больше ее число



Рис. 1. Организационная диаграмма малой ИТ-компании

Таблица 1. Серверы и рабочие станции

ID	Тип	Бренд	Наименование	Характеристики	Расположение
ZV-001	Веб-сервер	iRU	Rockw9102p	1x Intel Xeon E-2334, 3.4 GHz – 4.8 GHz, 1x 16 Gb, 1x 512 Gb SSD, 2x GigEth, 1x 500w	Серверная
ZV-002	Сервер баз данных	iRU	Rockw9102p2	1x Intel Xeon E-2334, 3.4 GHz – 4.8 GHz, 2x 16 Gb, 2x 1 024 Gb SSD, 2x GigEth, 1x 500w	Серверная
ZV-003	SQL-сервер	iRU	Rockw9102p	1x Intel Xeon E-2334, 3.4 GHz – 4.8 GHz, 1x 16 Gb, 1x 512 Gb SSD, 2x GigEth, 1x 500w	Серверная
ZV-001	Рабочая станция	DEXP	AtlasH434	Intel Core i5-12400, 6 x 2.5 ГГц, 16 ГБ DDR4, SSD 500 ГБ, Windows 11 Pro	Личный кабинет директора по маркетингу
ZV-002	Рабочая станция	CHUWI	AuBox	AMD Ryzen 9 6900HX, 8 x 3.3 ГГц, 16 ГБ DDR5, SSD 512 ГБ, Windows 11 Pro	Отдел техподдержки
ZV-003	Рабочая станция	ARDOR	RAGEH322	Intel Core i5-13400F, 6 x 2.5 ГГц, 32 ГБ DDR4, GeForce RTX 4 070, SSD 1 000 ГБ, Windows 11 Pro	Отдел разработки
ZV-004	Рабочая станция	ARDOR	RAGEH322	Intel Core i5-13400F, 6 x 2.5 ГГц, 32 ГБ DDR4, GeForce RTX 4 070, SSD 1 000 ГБ, Windows 11 Pro	Отдел тестирования
ZV-005	Рабочая станция	DEXP	AtlasH434	Intel Core i5-12400, 6 x 2.5 ГГц, 16 ГБ DDR4, SSD 500 ГБ, Windows 11 Pro	Личный кабинет исполнительного директора
ZV-006	Рабочая станция	DEXP	AtlasH434	Intel Core i5-12400, 6 x 2.5 ГГц, 16 ГБ DDR4, SSD 500 ГБ, Windows 11 Pro	Личный кабинет финансового директора

Таблица 2. Активное оборудование

ID	Тип	Бренд	Наименование	Расположение
RW-001	Маршрутизатор	<i>Mikrotik</i>	<i>B3011UiAS-RM</i>	Отдел техподдержки
RW-002	Маршрутизатор	<i>Keenetic</i>	<i>GIGA KN-1012</i>	Отдел разработки
SW-001	Коммутатор	<i>MikroTik</i>	<i>CRS326-24G-2S+RM</i>	Серверная
SW-002	Коммутатор	<i>MikroTik</i>	<i>CRS326-24G-2S+RM</i>	Личный кабинет финансового директора

Таблица 3. Оргтехника

ID	Тип	Бренд	Наименование	Расположение
MF.001	МФУ	<i>Canon</i>	<i>i-SENSYS MF752Cdw</i>	Личный кабинет исполнительного директора
MF.002	МФУ	<i>Canon</i>	<i>i-SENSYS MF752Cdw</i>	Личный кабинет директора маркетинга

пользователей, тем выше совокупная стоимость владения системой, в то же время и больше результативность ее использования [5–7].

2. Анализ элементов ИТ-инфраструктуры

Рассмотрим ИТ-инфраструктуру малого предприятия на примере малой ИТ-компании. Наша задача состоит в автоматизации оценки стоимости ИТ-инфраструктуры. Для автоматизации процесса оценки нами разработано оконное приложение. Предварительно проведем анализ базовой ИТ-инфраструктуры, ее основных элементов. Организационная диаграмма малой ИТ-компании приведена на рис. 1.

Опишем вычислительную инфраструктуру ИТ-компании. Основные ее составляющие: сервер баз данных, SQL-сервер, веб-сервер и шесть рабочих станций. В табл. 1 приведен перечень вычислительных средств с указанием основных характеристик.

В табл. 2 приведен перечень активного оборудования сетевой инфраструктуры (коммутаторы, маршрутизаторы).

В табл. 3 приведен перечень многофункциональных устройств.

На рабочих станциях установлена операционная система (ОС) *MS Windows 11 Pro* с одной корпоративной лицензией на все рабочие станции. На рабочей станции отдела разработки установлена среда *MS Visual Studio* и прочие программные средства. Также на всех рабочих станциях имеется *MS 365 Office* с общей подпиской.

Схема расположения элементов ИТ-инфраструктуры ИТ-компании показана на рис. 2. Компания размещена на одном этаже. Все комнаты подписаны. Представленная схема отражает состав компании на момент ее создания. По мере развития компании возможно увеличение численности сотрудников компании.

3. Разработка инструментария оценки стоимости элементов ИТ-инфраструктуры

В процессе разработки приложения проводился анализ технологий разработки. Ниже

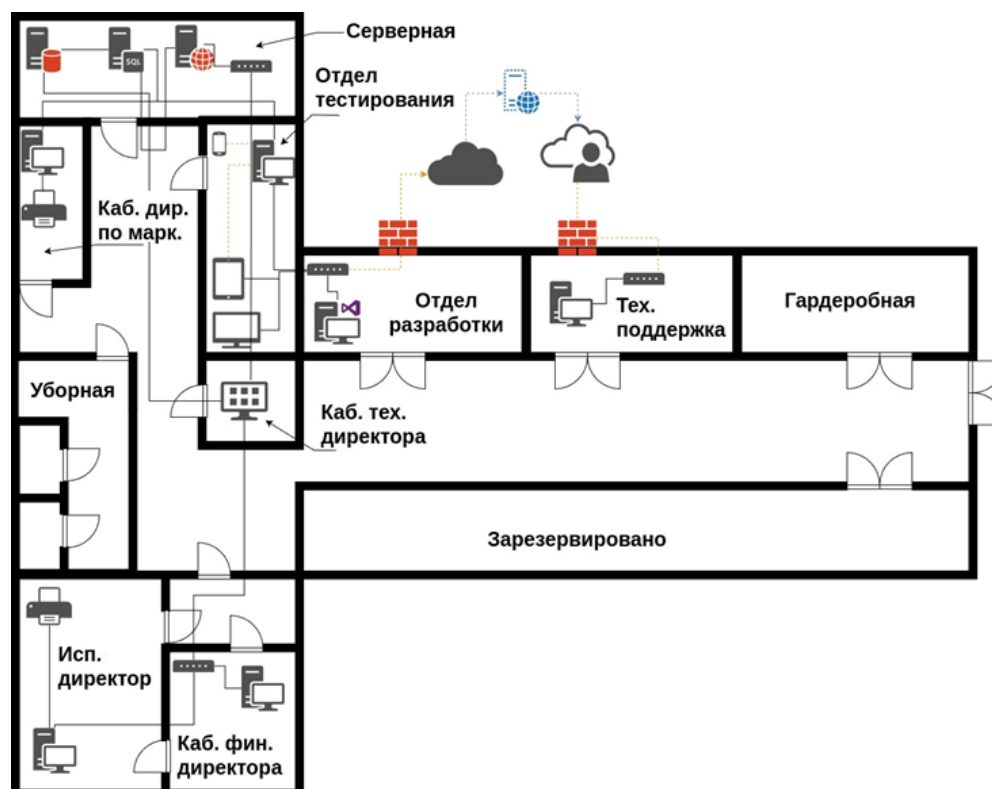


Рис. 2. Схема расположения элементов ИТ-инфраструктуры

приведем краткую характеристику выбранных средств разработки.

Python – это мощный и универсальный язык программирования, который отличается простотой синтаксиса и читаемостью кода. Благодаря этому он идеально подходит как для начинающих, так и для опытных разработчиков. К его основным преимуществам можно отнести следующие.

1. Высокоуровневый абстрагирует работу с памятью, управлением процессами и сложными структурами данных.
2. Кроссплатформенный позволяет запускать код на *Windows*, *macOS* и *Linux* без модификаций.
3. Богатая стандартная библиотека включает модули для работы с графикой, файлами, сетью и многим другим.
4. Быстрое прототипирование позволяет быстро создавать рабочие приложения благодаря лаконичному коду.

В данном проекте *Python* используется для обработки данных, математических вычислений и построения графического интерфейса.

Создание графического интерфейса реализуется следующим образом. Для разработки оконных приложений в *Python* стандартно используется *Tkinter*. *Tkinter* – встроенный модуль, который не требует установки дополнительных зависимостей. Он позволяет создавать удобные и интуитивно понятные интерфейсы.

Преимущества *Tkinter*:

1. Встроен в *Python*: не нужно устанавливать дополнительные библиотеки.
2. Легкий и быстрый: не требует сложной настройки и потребляет мало ре-

Серверное оборудование			Клиентское оборудование		
Наименование	Количество	Цена	Наименование	Количество	Цена
Rock w9102p	2	117192.0	Atlas M434	3	37799.0
Rock w9102p2	1	203070.0	AuBox	1	54999.0
			RAGE H322	2	137999.0
			i-SENSYS MF752Cdw	2	47999.0

Сетевое оборудование			Лицензии ПО		
Наименование	Количество	Цена	Наименование	Количество	Цена
GIGA KN-1012	1	15199.0	MS Windows 11 Pro	1	19850.0
B3011UIAS-RM	1	19499.0			
CRS326-24G-25+RM	2	25999.0			

Рис. 3. Перечень затрат на оборудование (вычислительная и сетевая инфраструктура) и программное обеспечение (разовые затраты)

Лицензии по подписке	
Наименование	Ежемесячная стоимость
MS Visual Studio Enterprise	24815.0
MS 365 Office	1289.0

Рис. 4. Перечень затрат на программное обеспечение (ежемесячные затраты)

сурсов.

3. Гибкость: позволяет создавать как простые окна, так и сложные приложения с множеством элементов.

Tkinter предоставляет различные элементы интерфейса (или «виджеты»), такие как кнопки, поля ввода, списки, таблицы и многое другое.

Далее проведем оценку затрат для описанной выше инфраструктуры информационных технологий на основе разработанного приложения.

Перечень затрат на вычислительную ИТ-инфраструктуру, активное оборудование сетевой инфраструктуры и программное обеспечение представлены в разделе «Капитальные затраты» (рис. 3).

Кроме разовых затрат на покупку лицензии на использование операционной системы *MS Windows 11 Pro* (рис. 3), предполагаются ежемесячные затраты на программное обеспечение по платной подписке (рис. 4).

Перечень затрат на электроэнергию приведен на рис. 5. Входными параметрами в данном случае являются максимальная потребляемая мощность оборудования ИТ-инфраструктуры, количество рабочих дней в месяце и часов работы в день, стоимости одного киловатт-часа. Работа серверов по умолчанию считается круглосуточной. Выходным

Капитальные затраты		Операционные затраты		ИТ-инфраструктура	Электроэнергия	Экспорт
Оборудование						
Наименование	Количество	Максимальная мощность (Вт)				
Rock w9102p	2	500				
Rock w9102p2	1	500				
Atlas H434	3	400				
AuBox	1	120				
RAGEH322	2	650				
i-SENSYS MF752Cdw	2	700				
GIGA KN-1012	1	14				
B3011UiAS-RM	1	30				
CRS326-24G-2S+RM	2	24				

Часов в рабочем дне

Рабочих дней в месяце

Стоимость 1 кВтч (руб.)

Общие затраты на электроэнергию: 9740.0448 руб.

Рис. 5. Перечень оборудования вычислительной и сетевой инфраструктуры и оценка затрат электроэнергии (в месяц)

Калькулятор стоимости ИТ-инфраструктуры

Капитальные затраты

Операционные затраты

ИТ-инфраструктура

Электроэнергия

Экспорт

Экспортировать в CSV

Капитальные затраты: 1084392.0
Операционные затраты (разовые): 0
Операционные затраты (периодические): 26104.0
Стоимость электроэнергии: 9740.0448
Общая стоимость: 1120236.0448

Рис. 6. Окно экспорта отчета

параметром являются общие затраты на электроэнергию в месяц. Приближенные суммарные затраты на электроэнергию – 9 740,0448 руб. в месяц.

Итак, в результате проведенного анализа элементов ИТ-инфраструктуры ИТ-компании получили следующие итоговые оценки затрат: затраты на оборудование вычислительной и сетевой инфраструктуры – 1 064 542 руб., затраты на программное обеспечение, разовые затраты – 19 850 руб. и ежемесячные затраты – 26 104 руб., приближенные ежемесячные затраты на электрическую энергию – 9 740 руб. (рис. 6, 7).

Руководитель организации может сам определять элементы ИТ-инфраструктуры, набор статей расходов (рис. 8, 9, 10).

Например, дополнительно на основе разработанного приложения можно оценить затраты на расходные материалы. Предположим в ИТ-компании установлено два принтера. При вводе значений стоимости – 1 картриджа (заправка) – 750 руб., стоимости 500 бумажных листов А4 – 400 руб., стоимости фотобумаги в размере 100 штук – 600 руб., а также вводе количества листов А4 – 2 500, количества листов фотобумаги – 500, количества картриджей (заправки) – 2, – на выходе получим, что суммарные затраты на расходные материалы составят 6 500 руб. в месяц.

Категория	Наименование	Количество	Цена/Затрат	Тип
Капитальные затраты - Оборудование				
server	Rock w9102p	2	117192.0	Капитальные
server	Rock w9102p2	1	203070.0	Капитальные
server	Итого		437454.0	
client	Atlas H434	3	37799.0	Капитальные
client	AuBox	1	54999.0	Капитальные
client	RAGE H322	2	137999.0	Капитальные
client	i-SENSYS MF752Cdw	2	47999.0	Капитальные
client	Итого		540392.0	
network	GIGA KN-1012	1	15199.0	Капитальные
network	B3011UiAS-RM	1	19499.0	Капитальные
network	CRS326-24G-2S+RM	2	25999.0	Капитальные
network	Итого		86696.0	
	Итого за Оборудование		1064542.0	
Капитальные затраты - Лицензии				
licenses	MS Windows 11 Pro	1	19850.0	Капитальные
licenses	Итого		19850.0	
Операционные затраты				
subscription_license	MS Visual Studio Enterprise	1	24815.0	Операционные периодические
subscription_license	MS 365 Office	1	1289.0	Операционные периодические
subscription_license	Итого разовые		0	
subscription_license	Итого периодические		26104.0	
server_rental	Итого разовые		0	
server_rental	Итого периодические		0	
migration	Итого разовые		0	
migration	Итого периодические		0	
testing	Итого разовые		0	
testing	Итого периодические		0	
backup	Итого разовые		0	
backup	Итого периодические		0	
labor_costs	Итого разовые		0	
labor_costs	Итого периодические		0	
server_administratio	Итого разовые		0	
server_administratio	Итого периодические		0	
	Итого операционные разовые		0	
	Итого операционные периодические		26104.0	
Электроэнергия				
	Затраты на электроэнергию		9740.0448	Электроэнергия
Итого всего				
	Итого все разовые затраты		1084392.0	
	Итого все периодические затраты		26104.0	
	Итого все затраты на электроэнергию		9740.0448	
	ОБЩИЙ ИТОГ		1120236.0448	

Рис. 7. Итоговый отчет в формате .csv

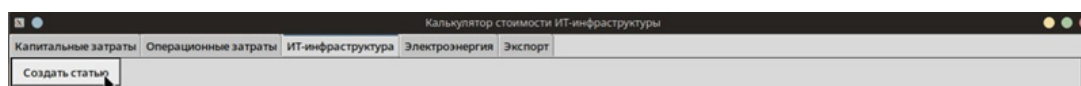


Рис. 8. Окно создания статей расходов

Заключение

Таким образом, разработанный программный продукт позволяет автоматизировать процесс оценки стоимости ИТ-инфраструктуры предприятий и организаций, независимо от формы собственности, размера, отраслевой принадлежности, видов деятельности. Встроенный конструктор позволяет учесть специфику предприятия и самостоятельно модифицировать расчеты под конкретную ИТ-инфраструктуру. Пользователь (руководитель) может сам программно задать набор элементов ИТ-инфраструктуры и статей расходов. Выгруженный итоговый отчет позволяет увидеть как капитальные, так и операционные расходы владения системы и информационных технологий. Данный продукт может быть полезен как для практического применения, так и в учебном процессе. Базовая комплектация элементов ИТ-инфраструктуры и их расходов может быть полезна для начинающего

Three screenshots of a software interface for creating expense articles. The first screenshot shows a form for 'Лицензия по подписке' (Subscription license) with a 'periodic' type of expense. The second screenshot shows a form for 'Принтеры' (Printers) with a 'one_time' type of expense. The third screenshot shows a form for 'i-SENSYS MF752Cdw' with a quantity of 2 and a price field.

Рис. 9. Конструктор статей расходов и элементов ИТ-инфраструктуры

A screenshot of a software interface showing a list of additional expense articles. The interface has tabs for 'Капитальные затраты', 'Операционные затраты', 'ИТ-инфраструктура', 'Электроэнергия', and 'Экспорт'. The 'ИТ-инфраструктура' tab is active, showing a table with columns 'Наименование' and 'Ежемесячная стоимость'. Below the table are buttons for 'Добавить', 'Редактировать', and 'Удалить'.

Рис. 10. Дополнительные статьи расходов

предпринимателя, а по мере расширения бизнеса может быть модифицирована под новую ИТ-инфраструктуру, динамично меняющуюся под растущие потребности бизнеса в направлении улучшения своего качества.

Литература

1. ГОСТ Р ИСО/МЭК 20 000-1-2021. Информационные технологии. Менеджмент сервисов. Часть 1. Требования к системе менеджмента сервисов. – М. : Российский институт стандартизации, 2022. – 32 с.
2. Чекмарев, А.В. Управление цифровыми проектами и процессами : учебное пособие для академического бакалавриата / А.В. Чекмарев. – М. : Издательство Юрайт, 2024. – 424 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://urait.ru/viewer/upravlenie-cifrovymi-proektami-i-processami-535238#page/1>.
3. COBIT 2019 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.isaca.org>.
4. Грекул, В.И. Проектирование информационных систем : учебник и практикум для ву-

зов / В.И. Грекул, Н.Л. Коровкина, Г.А. Левочкина. – М. : Издательство Юрайт, 2025. – 404 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://urait.ru/viewer/proektirovanie-informacionnyh-sistem-556553#page/1>.

5. Зараменских, Е.П. Информационные системы : управление жизненным циклом : учебник и практикум для вузов / Е.П. Зараменских. – Москва : Издательство Юрайт, 2025. – 486 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://urait.ru/viewer/informacionnye-sistemy-upravlenie-zhiznennym-ciklom-571328-5#page/1>.

6. Горбатов, Д.А. Основные факторы конкурентоспособности предприятия и методы их усиления / Д.А. Горбатов, К.А. Новоженин // Components of scientific and technological progress. – 2023. – № 8(86). – С. 78–83.

7. Кретьова, А.В. Направления повышения эффективности управления развитием предприятий пищевой промышленности / А.В. Кретьова, Н.С. Елистратов // Components of scientific and technological progress. – 2024. – № 11(101). – С. 87–94.

References

1. GOST R ISO/MEK 20 000-1-2021. Informatsionnyye tekhnologii. Menedzhment servisov. Chast' 1. Trebovaniya k sisteme menedzhmenta servisov. – М. : Rossiyskiy institut standartizatsii, 2022. – 32 с.

2. Chekmarev, A.V. Upravleniye tsifrovymi proyektami i protsessami : uchebnoye posobiye dlya akademicheskogo bakalavriata / A.V. Chekmarev. – М. : Izdatel'stvo Yurayt, 2024. – 424 с. [Electronic resource]. – Access mode : <https://urait.ru/viewer/upravlenie-cifrovymi-proektami-i-processami-535238#page/1>.

3. COBIT 2019 [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.isaca.org>.

4. Grekul, V.I. Proyektirovaniye informatsionnykh sistem : uchebnik i praktikum dlya vuzov / V.I. Grekul, N.L. Korovkina, G.A. Levochkina. – М. : Izdatel'stvo Yurayt, 2025. – 404 с. [Electronic resource]. – Access mode : <https://urait.ru/viewer/proektirovanie-informacionnyh-sistem-556553#page/1>.

5. Zaramenskikh, Ye.P. Informatsionnyye sistemy : upravleniye zhiznennym tsiklom : uchebnik i praktikum dlya vuzov / Ye.P. Zaramenskikh. – Moskva : Izdatel'stvo Yurayt, 2025. – 486 с. [Electronic resource]. – Access mode : <https://urait.ru/viewer/informacionnye-sistemy-upravlenie-zhiznennym-ciklom-571328-5#page/1>.

6. Gorbatov, D.A. Osnovnyye faktory konkurentosposobnosti predpriyatiya i metody ikh usileniya / D.A. Gorbatov, K.A. Novozhenin // Components of scientific and technological progress. – 2023. – № 8(86). – С. 78–83.

7. Kretova, A.V. Napravleniya povysheniya effektivnosti upravleniya razvitiyem predpriyatiy pishchevoy promyshlennosti / A.V. Kretova, N.S. Yelistratov // Components of scientific and technological progress. – 2024. – № 11(101). – С. 87–94.

Development of Software for the Analysis of the Enterprise IT Infrastructure

Y.V. Slavolubova, E.V. Buinaia, V.V. Artamonov, A.A. Scriabin

*T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University (KuzSTU),
Kemerovo (Russia)*

Key words and phrases: IT infrastructure of enterprise; cost estimation; total cost of ownership; Python.

Abstract. The purpose of the article is to develop a tool for automated cost estimation of an enterprise's IT infrastructure. The objectives to achieve this goal are as follows: to review the literature sources on information technology management in enterprises, improving the efficiency of the enterprise's IT infrastructure: ITIL 2019 recommendation library, ISO 20000 (ITSM) standard, COBIT 2019 methodology; to describe the theoretical foundations of the economic assessment of the costs of maintaining the enterprise's IT infrastructure; to analyze the IT infrastructure using an example the business of an IT company. The hypothesis is that the cost assessment of an enterprise's IT infrastructure can be automated. An integrated approach of using methods of financial analysis, management and programming is applied. The application is written in Python, the development environment is PyCharm. In this case, Python is used for data processing, mathematical calculations and building a graphical interface. The Tkinter library was used to develop the application in Python. The developed application allows you to evaluate capital and operating costs for the IT infrastructure of an enterprise. The built-in designer allows you to determine the necessary elements of the IT infrastructure, as well as the necessary expense items depending on the specifics of the enterprise, its size, and industry affiliation. The application can be useful for the head of the enterprise, in the educational process. Automation of the cost estimation process allows for the prompt assessment of the costs of maintaining the dynamically changing IT infrastructure of an enterprise as it develops.

© Я.В. Славолубова, Е.В. Буйная, В.В. Артамонов, А.А. Скрыбин, 2025

УДК 65.011

**Оптимизация управленческих решений
для повышения эффективности
профессорско-преподавательского
состава в высшем образовании на основе
социально-психологических детерминант**

А.М. Юдина

*ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет
имени А.Г. и Н.Г. Столетовых», г. Владимир (Россия)*

Ключевые слова и фразы: высшее образование; конфликтологическая культура; оптимизация управленческих решений; наукометрические показатели; повышение эффективности; профессорско-преподавательский состав (ППС); стресс-менеджмент.

Аннотация. Цель статьи – рассмотреть проблемы, возникающие в управленческих системах при организации повышения у профессорско-преподавательского состава (ППС) наукометрических показателей. Задачами исследования выступают аргументация актуальности поставленной проблемы, анализ основных социально-психологических детерминант, влияющих на наукометрические показатели их качества: мотивацию, счастье, эмоциональный климат, психологическое благополучие, групповую динамику, организацию научной работы, уровень фрустрации, уровень прокрастинации и конфликтогены среды. Гипотеза исследования: на повышение уровня наукометрических показателей будет влиять изменение со стороны административных кадров применения социально-психологических детерминант для ППС. Методы исследования: анализ, SWOT-анализ и моделирование сценариев, синтез, моделирование, метод сопоставления экономических и психологических источников, обобщение философской, экономической, психологической и правовой литературы, сравнение, систематизация материала. Результаты исследования: мы предлагаем практические инструменты для административных кадров высшей школы, которые помогут развивать лидерские, исследовательские механизмы при снижении уровня конфликтогенов, инициирующих развитие патогенного стресса.

Глобализация и цифровизация влияют на изменение стратегии на рынке труда для высшего образования. Возникают новые цифровые вызовы, которые важно решать в актуальном режиме, с одной стороны, учитывая человеческий фактор и процессуальный фактор, а, с другой стороны, ориентируясь на ключевые аккредитационные показатели эффективности. Традиционные подходы, применяемые при организации управления в высшей школе, которые ориентированы на административный контроль, унификацию требований к ученым разных предметных профилей, финансовые стимулы, могут в условиях социального кризиса оказаться недостаточно эффективными, поскольку игнорируют социально-психологические детерминанты и их уровень у профессорско-преподавательского состава современного университета.

Под социально-психологическими детерминантами эффективности мы понимаем факторы, определяющие поведение и эффективность профессионалов в коллективе, такие как мотивация, счастье, эмоциональный климат, психологическое благополучие, групповая динамика, организация научной работы, уровень фрустрации, уровень прокрастинации и конфликтогены среды. Анализ социально-психологических детерминант позволит разработать более эффективные стратегии управления, основанные на гуманистических парадигмах, столь необходимых в условиях социально-политического кризиса, и предложить оптимизацию управленческих решений, связанных с повышением уровня наукометрических показателей.

В 1943 г. Абрахам Маслоу в теории мотивации постулировал, что эффективность ППС, как и любых сотрудников, определяется не только профессиональными навыками, но и социально-психологическими факторами. Важно учитывать, что если сотрудники испытывают кризисное состояние при работе с такими психологическими методиками, как, например, «Круг баланса», которая напрямую связана с интеграцией профессиональной и личной сфер, то мы получаем сотрудника, у которого личные и профессиональные поля не разделяются, а прочно перемешиваются друг с другом. Итогом подобной ситуации становятся снижение эффективности, повышение прокрастинации, фрустрации, конфликтности и, как следствие, рост патогенного стресса.

А. Маслоу определял важность учета иерархических потребностей при формировании профессиональной эффективности от физиологических до самоактуализации. Игнорирование самоактуализационных процессов личности будет формировать демотивацию к профессиональной деятельности, нежелание заботиться о репутации организации, искать возможности для самоактуализации за пределами университетской среды.

В теории Виктора Врума в 1964 г. при исследовании ожиданий подчеркивается связь мотивации с ожиданиями между результатами и усилиями. Если усилия, которые ППС необходимо затратить для получения результата, воспринимаются работодателем как незначительные, в то время как для самих исполнителей они отмечаются как высоко трудозатратные, возникает интерперсональный конфликт, трансформирующийся постепенно в организационную, межличностную форму конфликтного латентного противостояния. Таким образом, если ППС не может видеть корреляцию между затраченными усилиями и вознаграждением, например, карьерным ростом, нефинансовыми поощрениями в виде признания, грамот и благодарностей, то эффективность и заинтересованность в достижении любых результатов будет снижаться.

Анализируя концепции лидерства Дугласа МакГрегора в 1960-х гг., мы постулируем,

что наиболее часто встречающимися стилями управления выступают авторитарный или демократический стили. В высшей школе наиболее оптимален именно демократический подход, который направлен на включенность всех участников образовательного процесса в решение основных задач. Такая ситуация, по мнению *В.М. Bass*, будет инициировать уровень интернальности, инициативности и, как следствие, повышение удовлетворенности и продуктивности ППС.

Выдающийся психолог и конфликтолог Курт Левин в 1954 г. проанализировал влияние групповых динамик на конфликтогенность в эмоционально-психологической среде организации. Если в организации устанавливаются стиль управления и исполнение в форме конкуренции и борьбы, то это серьезно снижает наукометрические показатели, поскольку в условиях борьбы основная энергия тратится на противодействие друг другу. Экспериментально доказано, что если самый малоэффективный коллектив перевести на стратегии взаимодействия через кооперацию и сотрудничество, то это будет снижать эмоциональное выгорание, повышать психологическое благополучие сотрудника и снижать уровень патогенного стресса. Таким образом, в условиях содействия мы ожидаем увеличение наукометрических показателей в университетской среде.

Анализ современных исследований показывает высокую связь между уровнями психологической поддержки и наукометрической эффективностью ППС. В то время как повышение стресса, снижение психологической поддержки, увеличение психологического давления, конфликтогенов, отсутствие мониторинга рабочего времени, которое сотрудники тратят сверхурочно, приводят к снижению креативности, существенному ухудшению качества преподавания и обнулению наукометрических показателей.

Столь модный сегодня подход к многозадачности недоступен в реализации для большинства ППС и приведет к ухудшению не только их наукометрических показателей, но и состояния их эмоционального и физического здоровья. Многозадачность в академической среде связана с необходимостью сочетания преподавания, социальной активности, научной активности, организационных обязанностей, участия в проектах самой дифференцированной направленности и личного времени на семью, досуг, восстановление.

В университетах, где многозадачность не регулируется, происходит рост рассеивания внимания у сотрудников, увеличение числа ошибок и появляется психологическое истощение. Невозможно одновременно решать несколько задач эффективно без вреда для здоровья. Важно уметь сохранять принцип последовательности и адекватно оценивать время на выполнение функций через изменение концепций делегирования и приоритизации. Эмоциональное выгорание, по данным Всемирной организации здравоохранения, является профессиональным синдромом, который влияет на здоровье и продуктивность специалиста, увеличивает текучесть кадров, рост ошибок в учебном процессе.

Ключевые показатели эффективности (*KPI*) фокусируют внимание администрации университета на анализе таких параметров, как количество публикаций и часов преподавания (аудиторной нагрузки). Такой подход частично не учитывает субъективные факторы, которые влияют на креативность, повышение качества наукометрических показателей, снижение репутационного критерия восприятия университета. Большая перегрузка и эмоциональное истощение способны инициировать психологическую дезадаптацию, дистресс, безынициативность в реализации коллективных показателей, от которых зависит судьба образовательной организации. Изменение менеджмента в организации социально-психо-

логического климата, учет субъективного фактора при разработке ключевых показателей эффективности контрактов преподавателей будут способствовать изменению отношения ППС к их реализации.

В Стэнфордском университете система «*peer recognition*», когда сотрудники формируют культуру коммуникации друг с другом на основе благодарности, например, за хорошо выполненную работу, через признание значимости и успеха друг друга для повышения вовлеченности коллектива в работу, укрепления командного духа, сплоченности и создания атмосферы доверия, дополняют директивное признание со стороны руководства высоким уровнем корпоративной культуры, ориентированной на сотрудничество и признание снизу.

Таким образом, повышение уровня нематериальных стимулов через публичное признание достижений, фасилитацию, карьерное менторство, особенно у преподавателей старше 36-летнего возраста, которые выключены из всех форм государственной поддержки, так как они теряют статус молодого преподавателя и более не получают преференций, способных повлиять на повышение включенности их в достижение коллективного результата эффективности образовательной организации. Не менее важным условием повышения качества наукометрической работы выступает практика создания междисциплинарных команд для реализации совместных исследований.

Литература/References

1. Smith, K.L. Peer recognition programs in universities: Effects on productivity / K.L. Smith // Higher Education Research & Development. – 2022. – No. 41(6). – P. 1123–1138.

Optimization of Management Decisions to Improve the Efficiency of the Teaching Staff in Higher Education Based on Socio-Psychological Determinants

A.M. Yudina

*Vladimir State University named after Alexander Grigorievich and
Nikolai Grigorievich Stoletovs, Vladimir (Russia)*

Key words and phrases: higher education; optimization of management decisions; efficiency improvement; stress management; conflict culture; scientometric indicators; faculty.

Abstract. The purpose of the article is to consider the problems arising in management systems when organizing the improvement of scientometric indicators among the teaching staff. The objectives of the study are to argue the relevance of the problem; analysis of the main socio-psychological determinants that influence the quality of scientometric indicators: motivation, happiness, emotional climate, psychological well-being, group dynamics, organization of scientific work, frustration level, procrastination level and environmental conflict generators. The research hypothesis suggests that an increase in the level of scientometric indicators will be influenced by a change in the use of socio-psychological determinants for the teaching staff by administrative personnel. Research methods included analysis, SWOT analysis and scenario modeling were used, synthesis, modeling, a method for comparing economic and psychological

sources, generalization of philosophical, economic, psychological and legal literature, comparison, systematization of material. Research results are as follows: practical tools for the administrative personnel of the Higher School that will help develop leadership and research mechanisms while reducing the level of conflict generators that initiate the development of pathogenic stress.

© А.М. Юдина, 2025

УДК 65.011

Цифровая трансформация кризисного менеджмента: вызовы и возможности

А.М. Юдина

ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет
имени А.Г. и Н.Г. Столетовых», г. Владимир (Россия)

Ключевые слова и фразы: автоматизация процессов; большие данные; гибридные модели; кибербезопасность; кризисный менеджмент; искусственный интеллект; организационная устойчивость; предиктивная аналитика; управление рисками; цифровая трансформация.

Аннотация. Цель исследования – проанализировать вызовы и возможности интеграции цифровых технологий, процессы кризисного менеджмента в условиях цифровой трансформации. Задачи исследования: аргументировать актуальность проблемы, проанализировать ключевые факторы цифровой трансформации в условиях кризисного стресс-менеджмента, выявить преимущества цифровых инструментов, а также риски, связанные с кибербезопасностью и человеческим фактором. Методы исследования: анализ, SWOT-анализ и моделирование сценариев, синтез, моделирование, метод сопоставления экономических и психологических источников, обобщение философской, экономической, психологической и правовой литературы, сравнение, систематизация материала. Гипотеза исследования: внедрение цифровых технологий в стресс-менеджмент и кризисный менеджмент будет влиять на повышение устойчивости организации к дифференцированным кризисам и повысит управление сопротивлением персонала и обеспечение кибербезопасности в условиях усиленных рисков. Мы предполагаем, что существует положительная корреляция между цифровой трансформацией, успешностью кризисного менеджмента и устойчивостью организации кризисам. Результат: цифровая трансформация делает более эффективным адаптивность кризисного менеджмента, но без комплексного подхода к управлению рисками ее эффективность будет значительно ниже. В исследовании проанализированы риски и перспективы применения цифровой трансформации для повышения эффективности кризисного менеджмента.

В условиях социально-политической напряженности и роста факторов, связанных с геополитическими кризисами, меняется ситуация в экономических пространствах. Крайне важно в такой ситуации своевременно применять механизмы, разработанные в кризисном менеджменте. Эффективность данного инструмента обусловлена умением анализировать риски не ситуативно, а на постоянной и пролонгированной основе.

В эпоху динамического роста цифровой трансформации, развития явлений цифровизации *digital skills* выступают важным навыком в управлении организациями, корпорациями и коллективом.

Эволюция искусственного интеллекта, больших данных *Big Data System*, нейросетей и облачных хранилищ качественно меняет возможности инструментов для оперативного реагирования на разнообразные кризисы. Пандемия *COVID-19* продемонстрировала целую серию уязвимостей в традиционных системах реагирования на кризисные ситуации, в том числе на цифровой шпионаж, выраженный через кибератаки. Примером одной из таких атак выступает кибератака на американскую трубопроводную систему 7 мая 2021 г. В результате работы хакеров все трубопроводы *Colonial Pipeline* не могли работать в течение пяти дней, а президент Соединенных Штатов объявил чрезвычайную ситуацию. Подобный кризисный инцидент показывает, насколько важно сегодня учитывать резервные возможности сервера, на котором хранится основная информация, позволяющая осуществлять деятельность той или иной компании. Реальные возможности цифровой трансформации безграничны, как и риски, сопряженные с этими процессами.

Опираясь на свою концепцию, *Mitroff* и *McAfee* (2014 г.) выделили пять основных фаз кризиса: появление сигнальных признаков, подготовку, сдерживание, восстановление и обучение. Сегодня к этой модели можно добавить шестую фазу, связанную с использованием инструментов искусственного интеллекта и блокчейн-технологий.

Современная цифровая трансформация при управлении кризисными явлениями включает как умение своевременно использовать данные, уровень автоматизации производства, платформ, так и избирательно подбирать качество инноваций, внедряемых собственниками. Только такая ситуация позволяет переходить к проактивному управлению компании.

Не менее важное значение имеют когнитивные искажения, которые связаны с цифровыми перегрузками сотрудников. Сотрудники, погруженные в цифровое пространство, могут стать жертвами мошенничества, из-за невнимательности позволить хакерам через технологии фишинга завладеть информацией и потерять приватность данных. Но сегодня нельзя не отметить, что использование цифровых инструментов значительно снижает затраты на кризисное реагирование и при их корректном использовании снижаются затраты на мониторинг, поручая ряд задач искусственному интеллекту и цифровым платформам.

В то же время неизученным полностью остается вопрос об этичности интеграции человека и цифровых технологий в условиях кризисного менеджмента. На каком уровне должно сочетаться качественное взаимодействие, чтобы снизить когнитивные риски и повысить уровень энтропии системы?

По нашему мнению, такие вызовы, как кибербезопасность, могут быть минимизированы, например, через стандарты *ISO 27001*. Возможности применения сотрудниками автоматизации делают любую систему в условиях кризиса более устойчивой и самонастраиваемой. Но если сотрудники не обучены работать в таких условиях, то никакая автоматизация в условиях кризиса не получится, наоборот, будет сделано большое количество ошибок.

Таким образом, цифровая трансформация кризисного менеджмента, безусловно, открывает новые горизонты для формирования у административного состава цифровых компетенций. Благодаря цифровым технологиям проще организовать устойчивость, но необ-

ходимо своевременно преодолевать кризисы, связанные с безопасностью и адаптацией к новым технологиям искусственного интеллекта, виртуальной и дополненной реальности, облачного хранилища, блокчейн-технологий и других. Поэтому важным условием по снижению рисков во время кризиса мы считаем обучение сотрудников работе с искусственным интеллектом и инвестиции в искусственный интеллект для его обучения и настройки на основные задачи рынка и организации.

Литература/References

1. Brynjolfsson, E. The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies / E. Brynjolfsson, A. McAfee. – New York : W.W. Norton & Company, 2014. – P. 150–180.
2. Davenport, T.H. Artificial Intelligence for the Real World / T.H. Davenport, R. Ronanki // Harvard Business Review. – 2018. – Vol. 96. – No. 1. – P. 108–116.
3. Gartner Inc. Top Strategic Technology Trends for 2023 / Gartner Inc. – Stamford : Gartner Research, 2023. – 45 p.
4. Hevner, A.R. Design Science in Information Systems Research / A.R. Hevner, S.T. March, J. Park, S. Ram // MIS Quarterly. – 2004. – Vol. 28. – No. 1. – P. 75–105.
5. International Organization for Standardization. ISO/IEC 27001: Information Security Management // International Organization for Standardization. – Geneva : ISO, 2013. – 28 p.
6. Kettunen, P. Digital Transformation of Crisis Management – A Systematic Literature Review / P. Kettunen, J. Kallio // International Journal of Disaster Risk Reduction. – 2021. – Vol. 54. – Art. 102013. – 15 p.
7. Manyika, J. Digital America: A Tale of the Haves and Have-Mores / J. Manyika [et al.]. – New York : McKinsey Global Institute, 2015. – P. 45–70.
8. Manyika, J. Unlocking Success in Digital Transformations / J. Manyika [et al.]. – New York : McKinsey & Company, 2020. – 120 p.

Digital Transformation of Crisis Management: Challenges and Opportunities

A.M. Yudina

*Vladimir State University named after Alexander Grigorievich and
Nikolai Grigorievich Stoletovs, Vladimir (Russia)*

Key words and phrases: digital transformation; crisis management; predictive analytics; cybersecurity; organizational resilience; process automation; artificial intelligence; big data; risk management; hybrid models.

Abstract. The purpose of the study is to analyze the challenges and opportunities of integrating digital technologies into crisis management processes in the context of digital transformation. Research objectives are to argue the relevance of the problem; to analyze the key factors of digital transformation in the context of crisis stress management; to identify the advantages of digital tools, as well as the risks associated with cybersecurity and the human

factor. Research methods included analysis, SWOT analysis and scenario modeling, synthesis, modeling, the method of comparing economic and psychological sources, generalization of philosophical, economic, psychological and legal literature, comparison, and systematization of material. Research hypothesis suggests that the introduction of digital technologies in stress management and crisis management will affect the increase in the organization's resilience to differentiated crises and will improve the management of personnel resistance and cybersecurity in the context of increased risks. It is assumed that there is a positive correlation between digital transformation, the success of crisis management and the organization's resilience to crises. It is concluded that digital transformation makes the adaptability of crisis management more effective, but without an integrated approach to risk management, its effectiveness will be significantly lower. The study analyzes the risks and prospects of using digital transformation to improve the effectiveness of crisis management.

© А.М. Юдина, 2025

List of Authors

Кондауров П.П. – кандидат технических наук, доцент кафедры энергоснабжения, тепло-техники, теплогазоснабжения и вентиляции Института архитектуры и строительства Волгоградского государственного технического университета, г. Волгоград (Россия), E-mail: Danil-ganshin@mail.ru

Kondaurov P.P. – Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Power Supply, Heat Engineering, Heat and Gas Supply, and Ventilation, Institute of Architecture and Construction, Volgograd State Technical University, Volgograd (Russia), E-mail: Danil-ganshin@mail.ru

Ганьшин Д.О. – магистрант Института архитектуры и строительства Волгоградского государственного технического университета, г. Волгоград (Россия), E-mail: Danil-ganshin@mail.ru

Ganshin D.O. – Master's Student, Institute of Architecture and Construction, Volgograd State Technical University, Volgograd (Russia), E-mail: Danil-ganshin@mail.ru

Латушкин А.П. – преподаватель кафедры теплогазоснабжения и вентиляции Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, г. Москва (Россия), E-mail: Alexeylat@mail.ru

Latushkin A.P. – Lecturer, Department of Heat and Gas Supply and Ventilation, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow (Russia), E-mail: Alexeylat@mail.ru

Аминев А.М. – студент Уфимского государственного нефтяного технического университета, г. Уфа (Россия), E-mail: aminev-ajjrat@rambler.ru

Aminev A.M. – Student, Ufa State Petroleum Technological University, Ufa (Russia), E-mail: aminev-ajjrat@rambler.ru

Мухаметзянов З.Р. – доктор технических наук, профессор кафедры автомобильных дорог, мостов и транспортных сооружений Уфимского государственного нефтяного технического университета, г. Уфа (Россия), E-mail: zinur-1966@mail.ru

Mukhametzyanov Z.R. – Doctor of Engineering, Professor, Department of Highways, Bridges, and Transport Structures, Ufa State Petroleum Technological University, Ufa (Russia), E-mail: zinur-1966@mail.ru

Сибгатуллин Э.С. – доктор физико-математических наук, профессор кафедры промышленного, гражданского строительства и строительных материалов Набережночелнинского института Казанского федерального университета, г. Набережные Челны (Россия), E-mail: ESSibgatullin@ksu

Sibgatullin E.S. – Doctor of Physics and Mathematics, Professor, Department of Industrial, Civil Engineering, and Building Materials, Naberezhnye Chelny Institute, Kazan Federal University, Naberezhnye Chelny (Russia), E-mail: ESSibgatullin@ksu

Гермек В.В. – аспирант Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, г. Москва (Россия), E-mail: vovamodern@mail.ru

Germek V.V. – Postgraduate Student, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow (Russia), E-mail: vovamodern@mail.ru

Лоткин В.С. – аспирант Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, г. Москва (Россия), E-mail: victorlotkin@yandex.ru

Lotkin V.S. – Postgraduate Student, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow (Russia), E-mail: victorlotkin@yandex.ru

Самсонов Р.О. – доктор технических наук, профессор кафедры технологий и организации строительного производства Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, г. Москва (Россия), E-mail: SamsonovRO@mgsu.ru

Samsonov R.O. – Doctor of Engineering, Professor of the Department of Technologies and Organization of Construction Production, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow (Russia), E-mail: SamsonovRO@mgsu.ru

Пугачева Е.А. – аспирант, преподаватель Высшей школы архитектуры и градостроительства Тихоокеанского государственного университета, г. Хабаровск (Россия), E-mail: km.904@yandex.ru

Pugacheva E.A. – Postgraduate Student, Lecturer, Higher School of Architecture and Urban Planning, Pacific National University, Khabarovsk (Russia), E-mail: km.904@yandex.ru

Ким А.А. – кандидат архитектуры, доцент Высшей школы архитектуры и градостроительства Тихоокеанского государственного университета, г. Хабаровск (Россия), E-mail: ant.kim@mail.ru

Kim A.A. – Candidate of Architecture, Associated Professor, Higher School of Architecture and Urban Planning, Pacific National University, Khabarovsk (Russia), E-mail: ant.kim@mail.ru

Варанцовян С.Г. – студент Высшей школы архитектуры и градостроительства Тихоокеанского государственного университета, г. Хабаровск (Россия), E-mail: sofiya.varantsovian@bk.ru

Varantsovian S.G. – Student, Higher School of Architecture and Urban Planning, Pacific National University, Khabarovsk (Russia), E-mail: sofiya.varantsovian@bk.ru

Зайцева И.В. – кандидат физико-математических наук, заведующая кафедрой высшей математики и теоретической механики Российского государственного гидрометеорологического университета, г. Санкт-Петербург (Россия), E-mail: irina.zaitseva.stv@yandex.ru

Zaitseva I.V. – Candidate of Science (Physics and Mathematics), Head of the Department of Higher Mathematics and Theoretical Mechanics, Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia. Email: irina.zaitseva.stv@yandex.ru

Володько Р.И. – преподаватель кафедры огневой подготовки Ставропольского филиала Краснодарского университета Министерства внутренних дел Российской Федерации, г. Ставрополь (Россия), E-mail: volodko_roman@mail.ru

Volodko R.I. – Lecturer, Department of Firearms Training, Stavropol Branch, Krasnodar University, Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation, Stavropol, Russia. Email: volodko_roman@mail.ru

Бондарь В.В. – кандидат физико-математических наук, заведующий кафедрой математического анализа, алгебры и геометрии Северо-Кавказского федерального университета, г. Ставрополь (Россия), E-mail: viktori-bondar@yandex.ru

Bondar V.V. – Candidate of Science (Physics and Mathematics), Head of the Department of Mathematical Analysis, Algebra, and Geometry, North Caucasus Federal University, Stavropol, Russia. Email: viktori-bondar@yandex.ru

Шлаев Д.В. – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой инжиниринга IT-решений Ставропольского государственного аграрного университета, г. Ставрополь (Россия), E-mail: shl-dmitrij@yandex.ru

Shlaev D.V. – Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Head of the Department of IT Solutions Engineering, Stavropol State Agrarian University, Stavropol (Russia), E-mail: shl-dmitrij@yandex.ru

Юдина А.М. – кандидат педагогических наук, доцент кафедры педагогики Педагогического института, доцент кафедры общей и практической психологии Гуманитарного института, руководитель учебно-методического направления координационного центра по вопросам формирования у молодежи активной гражданской позиции, предупреждения межнациональных и межконфессиональных конфликтов, противодействия идеологии терроризма и профилактики экстремизма Владимирского государственного университета имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых; руководитель Владимирского отделения организации православных ученых, г. Владимир (Россия), E-mail: anna-yudina@mail.ru

Yudina A.M. – Candidate of Science (Pedagogy), Associate Professor, Department of Pedagogics, Pedagogical Institute, Associate Professor, Department of General and Practical Psychology at the Humanities Institute, Head of the Educational and Methodological Division of the Coordination Center for the Development of Active Civic Positions in Young People, the Prevention of Interethnic and Interfaith Conflicts, Countering the Ideology of Terrorism, and the Prevention of Extremism at Vladimir State University named after A.G. and N.G. Stoletovs; Head of Vladimir Branch of the Organization of Orthodox Scholars, Vladimir, Russia. Email: anna-yudina@mail.ru

Анцупова С.Г. – кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной механики и строительного материаловедения Инженерно-технического института Северо-Восточного федерального университета, г. Якутск (Россия), Email: anzupowasg@mail.ru

Antsupova S.G. – Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Applied Mechanics and Construction Materials Science, Institute of Engineering and Technology, North-Eastern Federal University, Yakutsk (Russia), Email: anzupowasg@mail.ru

Борисова Д.Б. – студент Северо-Восточного федерального университета, г. Якутск (Россия), Email: anzupowasg@mail.ru

Borisova D.B. – Student, North-Eastern Federal University, Yakutsk (Russia), Email: anzupowasg@mail.ru

Славолюбова Я.В. – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры прикладных информационных технологий Кузбасского государственного технического университета имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово (Россия), E-mail: jar1984@mail.ru

Slavolyubova Ya.V. – Candidate of Science (Physics and Mathematics), Associate Professor, Department of Applied Information Technologies, Kuzbass State Technical University named after T.F. Gorbachev, Kemerovo (Russia), Email: jar1984@mail.ru

Буйная Е.В. – кандидат экономических наук, доцент кафедры прикладных информационных технологий Кузбасского государственного технического университета имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово (Россия), E-mail: evb_kem@live.ru

Buinaia E.V. – Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of Applied Information Technologies, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, Kemerovo (Russia), E-mail: evb_kem@live.ru

Артамонов В.В. – студент Кузбасского государственного технического университета имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово (Россия), E-mail: artamonovvladimir6@gmail.com

Artamonov V.V. – Student, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, Kemerovo (Russia), E-mail: artamonovvladimir6@gmail.com

Скрябин А.А. – студент Кузбасского государственного технического университета имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово (Россия), E-mail: 224214@kuzstu.ru

Scriabin A.A. – Student, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, Kemerovo (Russia), E-mail: 224214@kuzstu.ru

COMPONENTS OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL PROGRESS
№ 7(109) 2025
SCIENTIFIC AND PRACTICAL JOURNAL

Manuscript approved for print 23.07.25
Format 60.84/8
Conventional printed sheets 11.55
Published pages 4.59
200 printed copies

16+

Printed by Zonari Leisure LTD. Paphos