



ИД «Академия Естествознания»

# **СОВРЕМЕННЫЕ НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ**

**Научный журнал**

**№ 6 2025**

---

**/// — /// — ///**

---

# **MODERN HIGH TECHNOLOGIES**

**Scientific journal**

**No. 6 2025**



PH Academy of Natural History

# Современные наукоемкие технологии

## Научный журнал

Журнал издается с 2003 года.

**Журнал зарегистрирован** Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций. **Свидетельство – ПИ № ФС 77-63399.**

**«Современные наукоемкие технологии»** – рецензируемый научный журнал, в котором публикуются статьи, обладающие научной новизной, представляющие собой результаты завершённых исследований, проблемного или научно-практического характера, научные обзоры.

**Журнал включен** в действующий Перечень рецензируемых научных изданий (**ВАК РФ**). **K1.**

Журнал ориентирован на ученых, преподавателей, инженерно-технических специалистов, сотрудников информационных технологий и информатики, использующих в своих исследованиях междисциплинарный подход. Авторы журнала уделяют особое внимание методологии преподавания технических дисциплин.

**Основные научные направления:** 1.2. Компьютерные науки и информатика, 2.3. Информационные технологии и телекоммуникации, 2.5. Машиностроение, 5.8. Педагогика.

### ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

**Ледванов Михаил Юрьевич**, д.м.н., профессор

### Технический редактор

Доронкина Е.Н.

### ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ

**Бизенкова Мария Николаевна**, к.м.н.

### Корректор

Галенкина Е.С.,

### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Дудкина Н.А.

д.т.н., проф. Айдовос А. (Алматы); д.г.м.н., проф. Алексеев С.В. (Иркутск); д.х.н., проф. Алоев В.З. (Нальчик); д.т.н., доцент, Аршинский Л.В. (Иркутск); д.т.н., проф. Ахтулов А.Л. (Омск); д.т.н., проф. Баёв А.С. (Санкт-Петербург); д.т.н., проф. Баубекос С.Д. (Тараз); д.т.н., проф. Беззубцева М.М. (Санкт-Петербург); д.п.н., проф. Безрукова Н.П. (Красноярск); д.т.н., доцент, Белозеров В.В. (Ростов-на-Дону); д.т.н., доцент, Бессонова Л.П. (Воронеж); д.п.н., доцент, Бобыкина И.А. (Челябинск); д.г.м.н., проф. Бондарев В.И. (Екатеринбург); д.п.н., проф. Бутов А.Ю. (Москва); д.т.н., доцент, Быстров В.А. (Новокузнецк); д.г.м.н., проф. Гавришин А.И. (Новочеркасск); д.т.н., проф. Герман-Галкин С.Г. (Щецин); д.т.н., проф. Германов Г.Н. (Москва); д.т.н., проф. Горбатюк С.М. (Москва); д.т.н., проф. Гоц А.Н. (Владимир); д.п.н., проф. Далингер В.А. (Омск); д.псх.н., проф. Долгова В.И. (Челябинск); д.э.н., проф. Дольковский В.А. (Ростов-на-Дону); д.х.н., проф. Дресвянников А.Ф. (Казань); д.псх.н., проф. Дубовицкая Т.Д. (Сочи); д.т.н., доцент, Дубровин А.С. (Воронеж); д.п.н., доцент, Евтушенко И.В. (Москва); д.п.н., проф. Ефремова Н.Ф. (Ростов-на-Дону); д.т.н., проф. За-вращнов А.И. (Мичуринск); д.п.н., доцент, Загребский О.И. (Томск); д.т.н., проф. Ибраев И.К. (Караганда); д.т.н., проф. Иванова Г.С. (Москва); д.х.н., проф. Ивашкевич А.Н. (Москва); д.ф.-м.н., проф. Ижуткин В.С. (Москва); д.т.н., проф. Калмыков И.А. (Ставрополь); д.п.н., проф. Качалова Л.П. (Шадринск); д.псх.н., доцент, Кибальченко И.А. (Таганрог); д.п.н., проф. Клемантович И.П. (Москва); д.п.н., проф. Козлов О.А. (Москва); д.т.н., проф. Козлов А.М. (Липецк); д.т.н., доцент, Козловский В.Н. (Самара); д.т.н., доцент, Красновский А.Н. (Москва); д.т.н., проф. Крупенин В.Л. (Москва); д.т.н., проф. Кузьякина В.В. (Владивосток); д.т.н., доцент, Кузьяков О.Н. (Тюмень); д.т.н., проф. Куликовская И.Э. (Ростов-на-Дону); д.т.н., проф. Лавров Е.А. (Суми); д.т.н., доцент, Ландэ Д.В. (Киев); д.т.н., проф. Леонтьев Л.Б. (Владивосток); д.ф.-м.н., доцент, Ломазов В.А. (Белгород); д.т.н., проф. Ломакина Л.С. (Нижний Новгород); д.т.н., проф. Лубенцов В.Ф. (Краснодар); д.т.н., проф. Мадера А.Г. (Москва); д.т.н., проф. Макаров В.Ф. (Пермь); д.п.н., проф. Марков К.К. (Иркутск); д.п.н., проф. Матис В.И. (Барнаул); д.г.м.н., проф. Мельников А.И. (Иркутск); д.п.н., проф. Микерова Г.Ж. (Краснодар); д.п.н., проф. Моисеева Л.В. (Екатеринбург); д.т.н., проф. Мурашкина Т.И. (Пенза); д.т.н., проф. Мусаев В.К. (Москва); д.т.н., проф. Надеждин Е.Н. (Тула); д.ф.-м.н., проф. Никонов Э.Г. (Дубна); д.т.н., проф. Носенко В.А. (Волгоград); д.т.н., проф. Осипов Г.С. (Южно-Сахалинск); д.т.н., проф. Пен РЗ. (Красноярск); д.т.н., проф. Петров М.Н. (Красноярск); д.т.н., проф. Петрова И.Ю. (Астрахань); д.т.н., проф. Пивень В.В. (Тюмень); д.э.н., проф. Потышняк Е.Н. (Харьков); д.т.н., проф. Пузырьков А.Ф. (Москва); д.п.н., проф. Рахимбаева И.Э. (Саратов); д.п.н., проф. Резанович И.В. (Челябинск); д.т.н., проф. Рогачев А.Ф. (Волгоград); д.т.н., проф. Рогов В.А. (Москва); д.т.н., проф. Санинский В.А. (Волжский); д.т.н., проф. Сердобинцев Ю.П. (Волгоградский); д.э.н., проф. Сихимбаев М.Р. (Караганда); д.т.н., проф. Скрыпник О.Н. (Иркутск); д.п.н., проф. Собянин Ф.И. (Белгород); д.т.н., проф. Страбыкин Д.А. (Киров); д.т.н., проф. Сугак Е.В. (Красноярск); д.ф.-м.н., проф. Тактаров Н.Г. (Саранск); д.п.н., доцент, Тутолмин А.В. (Глазов); д.т.н., проф. Умбетов У.У. (Кызылорда); д.м.н., проф. Фесенко Ю.А. (Санкт-Петербург); д.п.н., проф. Хола Л.Д. (Нерюнгри); д.т.н., проф. Часовских В.П. (Екатеринбург); д.т.н., проф. Ченцов С.В. (Красноярск); д.т.н., проф. Червяков Н.И. (Ставрополь); д.т.н., проф. Шалумов А.С. (Ковров); д.т.н., проф. Шарафеев И.Ш. (Казань); д.т.н., проф. Шишков В.А. (Самара); д.т.н., проф. Шипицын А.Г. (Челябинск); д.т.н., проф. Яблокова М.А. (Санкт-Петербург); к.т.н., доцент, Хайдаров А.Г. (Санкт-Петербург)

**ISSN 1812–7320**

**Электронная версия: [top-technologies.ru/ru](http://top-technologies.ru/ru)**

**Правила для авторов: [top-technologies.ru/ru/rules/index](http://top-technologies.ru/ru/rules/index)**

**Двухлетний импакт-фактор РИНЦ = 0,940**

**Пятилетний импакт-фактор РИНЦ = 0,355**

### Периодичность

12 номеров в год

### Учредитель, издатель и редакция

ООО ИД «Академия Естествознания»

### Почтовый адрес

105037, г. Москва, а/я 47

### Адрес редакции и издателя

440026, г. Пенза, ул. Лермонтова, 3

### Типография

ООО «НИИ Академия Естествознания»  
410035, г. Саратов, ул. Мамонтовой, 5

### E-mail

[edition@rae.ru](mailto:edition@rae.ru)

### Телефон

+7 (499) 705-72-30

### Подписано в печать

30.06.2025

### Дата выхода номера

30.07.2025

### Формат

60x90 1/8

### Усл. печ. л.

17,0

### Тираж

1000 экз.

### Заказ

СНТ 2025/6

Распространяется по свободной цене

Подписной индекс в электронном каталоге «Почта России»: ПА037

© ООО ИД «Академия Естествознания»

## Modern high technologies Scientific journal

The journal has been published since 2003.

**The journal is registered** by the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology and Mass Communications. **Certificate – PI No. FS 77-63399.**

**"Modern high technologies"** is a peer-reviewed scientific journal that publishes articles with scientific novelty, representing the results of completed research, problematic or scientific-practical character, scientific reviews.

The journal is included in the current List of peer-reviewed scientific publications (**HCC RF**). **K1.**

The journal is oriented to scientists, teachers, engineering and technical specialists, employees of information technology and computer science, using an interdisciplinary approach in their research. The authors of the journal pay special attention to the methodology of teaching technical disciplines.

**Main scientific directions:** 1.2. Computer Science and Informatics, 2.3. Information technologies and telecommunications, 2.5. Engineering, 5.8. Pedagogy.

### CHIEF EDITOR

**Ledvanov Mikhail Yurievich**, Dr. Sci. (Medical), Prof.

### Technical editor

Doronkina E.N.

### EXECUTIVE SECRETARY

**Bizenkova Maria Nikolaevna**, Cand. Sci. (Medical)

### Corrector

Galenkina E.S.,

### EDITORIAL BOARD

Dudkina N.A.

D.Sc., Prof. A. Aidosov (Almaty); D.Sc., Prof. S.V. Alekseev (Irkutsk); D.Sc., Prof. V.Z. Aloeov (Nalchik); D.Sc., Docent L.V. Arshinsky (Irkutsk); D.Sc., Prof. A.L. Akhtulov (Omsk); D.Sc., Prof. A.S. Bajov (St. Petersburg); D.Sc., Prof. S.D. Baubekov (Taraz); D.Sc., Prof. M.M. Bezzubtseva (St. Petersburg); D.Sc., Prof. N.P. Bezrukova (Krasnoyarsk); D.Sc., Docent V.V. Belozero (Rostov-on-Don); D.Sc., Docent Bessonova L.P. (Voronezh); D.Sc., Docent Bobykina I.A. (Chelyabinsk); D.Sc., Prof. Bondarev V.I. (Ekaterinburg); D.Sc., Prof. Butov A.Y. (Moscow); D.Sc., Docent Bystrov V.A. (Novokuznetsk); D.Sc., Docent Bystrov V.A. (Novokuznetsk); D.Sc., Docent Gavrilov V.I. (Ekaterinburg); D.Sc., Prof. Gavrilov V.I. (Moscow); D.Sc., Prof. Bystrov V.A. (Novokuznetsk); D.Sc., Prof. A.I. Gavrilshin (Novocherkassk); D.Sc., Prof. S.G. Germanov-Galkin (Szczecin); D.Sc., Prof. G.N. Germanov (Moscow); D.Sc., Prof. S.M. Gorbatyuk (Moscow); D.Sc., Prof. A.N. Gotz (Vladimir); D.Sc., Prof. Dalinger V.A. (Omsk); D.Sc., Prof. Dolgova V.I., (Chelyabinsk); D.Sc., Prof. Dolyatovsky V.A. (Rostov-on-Don); D.Sc., Prof. A.F. Dresvyannikov (Kazan); D.Sc., Prof. T.D. Dubovitskaya (Sochi); D.Sc., Docent I.V. Evtushenko (Moscow); D.Sc., Prof. N.F. Efremova (Rostov-on-Don); D.Sc., Prof. A.I. Zavrazhnov (Michurinsk); D.Sc., Docent O.I. Zagrevsky (Tomsk); D.Sc., Prof. Izhutkin V.S. (Moscow); D.Sc., Docent Kibalchenko I.A. (Taganrog); D.Sc., Prof. Klemantovich I.P. (Moscow); D.Sc., Prof. Kozlov O.A. (Moscow); D.Sc., Prof. A.M. Kozlov (Lipetsk); D.Sc., Prof. Kuzlyakina V.V. (Vladivostok); D.Sc., Docent Kuzyakov O.N. (Tyumen); D.Sc., Prof. Kulikovskaya I.E. (Rostov-on-Don); D.Sc., Prof. E.A. Lavrov (Sumi); D.Sc., Docent D.V. Lande (Kiev); D.Sc., Prof. L.B. Leontiev (Vladivostok); D.Sc., Docent V.A. Lomazov (Belgorod); D.Sc., Prof. L.S. Lomakina (Nizhny Novgorod); D.Sc., Prof. V.F. Lubentsov (Krasnodar); D.Sc., Prof. A.G. Madera (Moscow); D.Sc., Prof. V.F. Makarov (Perm); D.Sc., Prof. K.K. Markov (Irkutsk); D.Sc., Prof. V.I. Matis (Barnaul); D.Sc., Prof. A.I. Melnikov (Irkutsk); D.Sc., Prof. G.J. Mikerova (Krasnodar); D.Sc., Prof. L.V. Moiseeva (Ekaterinburg); D.Sc., Prof. T.I. Murashkina (Penza); D.Sc., Prof. V.K. Musaev (Moscow); D.Sc., Prof. E.N. Nadezhdin (Tula); D.Sc., Prof. E.G. Nikonov (Dubna); D.Sc., Prof. V.A. Nosenko (Volgograd); D.Sc., Prof. G.S. Osipov (Yuzhno-Sakhalinsk); D.Sc., Prof. R.Z. Pen (Krasnoyarsk); D.Sc., Prof. M.N. Petrov (Krasnoyarsk); D.Sc., Prof. I.Y. Petrova (Astrakhan); D.Sc., Prof. Piven V.V. (Tyumen); D.Sc., Prof. Potyshnyak E.N. (Kharkov); D.Sc., Prof. Puzryakov A.F. (Moscow); D.Sc., Prof. Rakhimbaeva I.E. (Saratov); D.Sc., Prof. Rezanovich I.V. (Chelyabinsk); D.Sc., Prof. A.F. Rogachev (Volgograd); D.Sc., Prof. Sikhimbaev M.R. (Karaganda); D.Sc., Prof. Skrypnik O.N. (Irkutsk); D.Sc., Prof. Sobyanin F.I. (Belgorod); D.Sc., Prof. Strabykin D.A. (Kirov); D.Sc., Prof. Sugak E.V. (Krasnoyarsk); D.Sc., Prof. N.G. Taktarov (Saransk); D.Sc., Docent A.V. Tutolmin (Glazov); D.Sc., Prof. U.U. Umbetov (Kyzylorda); D.Sc., Prof. Fesenko Y.A. (St. Petersburg); D.Sc., Prof. Khoda L.D. (Neryungri); D.Sc., Prof. Chasovskikh V.P. (Ekaterinburg); D.Sc., Prof. Chentsov S.V. (Krasnoyarsk); D.Sc., Prof. Chervakov N.I. (Stavropol); D.Sc., Prof. A.G. Shchipsitsyn (Chelyabinsk); D.Sc., Prof. M.A. Yablokova (St. Petersburg); Cand.Sc., Docent A.G. Khaidarov (St. Petersburg)

**ISSN 1812–7320**

**Electronic version: [top-technologies.ru/ru](http://top-technologies.ru/ru)**

**Rules for authors: [top-technologies.ru/ru/rules/index](http://top-technologies.ru/ru/rules/index)**

**Impact-factor RISQ (two-year) = 0,940**

**Impact-factor RISQ (five-year) = 0,355**

### Periodicity

12 issues per year

### Founder, publisher and editors

LLC PH Academy of Natural History

### Mailing address

105037, Moscow, p.o. box 47

### Editorial and publisher address

440026, Penza, st. Lermontov, 3

### Printing

LLC SPC Academy of Natural History  
410035, Saratov, st. Mamontova, 5

### E-mail

edition@rae.ru

### Telephone

+7 (499) 705-72-30

### Signed for print

30.06.2025

### Number issue date

30.07.2025

### Format

60x90 1/8

### Conditionally printed sheets

17,0

### Circulation

1000 copies

### Order

CHT 2025/6

Distribution at a free price

Subscription index in the Russian Post electronic catalog: PA037

© LLC PH Academy of Natural History

## СОДЕРЖАНИЕ

**Технические науки (1.2.2, 2.3.3, 2.3.4, 2.3.5, 2.5.3, 2.5.5, 2.5.7, 2.5.8)**

### СТАТЬИ

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ  
СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СКЛАДСКИМ ПОМЕЩЕНИЕМ

*Байков Д.В., Егоров Д.С., Иншаков А.П.* ..... 8

К ВОПРОСУ ОБ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА СВАРКИ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДУГОВОЙ СВАРКИ И МЕТОДОВ  
МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

*Выборнов И.И., Пиотровский Д.Л.* ..... 15

ОБОСНОВАНИЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ФИНАНСОВЫХ  
ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ МЕТОДАМИ АВТОРЕГРЕССИИ –  
СКОЛЬЗЯЩЕГО СРЕДНЕГО И ИНТЕГРИРОВАННОЙ  
АВТОРЕГРЕССИИ – СКОЛЬЗЯЩЕГО СРЕДНЕГО  
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОКАЗАТЕЛЯ ХЕРСТА

*Зиненко А.В.* ..... 23

ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ  
ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГРУПП РИСКА ХРОНИЧЕСКИХ  
ЗАБОЛЕВАНИЙ СРЕДИ ПАЦИЕНТОВ

*Королева Я.А., Родионов А.В.* ..... 29

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПРОЦЕССОВ БЮДЖЕТНОГО  
ПЛАНИРОВАНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ В ОРГАНИЗАЦИОННЫХ  
СИСТЕМАХ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

*Крошилилин А.В., Крошилилина С.В., Саморукова О.Д.* ..... 39

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МОДЕЛИ ОПТИМАЛЬНОГО  
УПРАВЛЕНИЯ НАГРЕВОМ РУДНОГО МАТЕРИАЛА  
ПО КРИТЕРИЮ РАСХОДА ТОПЛИВА

*Неземаев С.В., Воробьев М.С., Орехов В.А., Бобков В.И., Быков А.А.* ..... 45

ПРИМЕНЕНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ НА ГРАФАХ  
ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ,  
УЧИТЫВАЮЩИХ ИНДИВИДУАЛЬНОСТЬ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

*Хасанов И.И., Хасанова З.Р.* ..... 54

МЕТОД ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ ПАЛЕТИЗАЦИИ  
КОРОБОК НА ОСНОВЕ КОНЕЧНОГО АВТОМАТА  
И РЕЛЯЦИОННОЙ МОДЕЛИ ДАННЫХ

*Холопов В.А., Клягин М.М., Огорельцев Р.М., Мишина В.А.* ..... 62

### НАУЧНЫЙ ОБЗОР

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ПОДХОДОВ К АВТОМАТИЗАЦИИ  
РЕЦЕНЗИРОВАНИЯ ТЕКСТОВ СЛОЖНЫХ РАБОТ  
СТУДЕНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

*Бондарев Ю.А., Терещенко В.В., Марцинкевич В.И., Духанов А.В.* ..... 72

---

**Педагогические науки (5.8.1, 5.8.2, 5.8.3, 5.8.7)**
**СТАТЬИ**

|                                                                                                                                                                         |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ КОЛЛЕДЖА РЕШЕНИЮ<br>ПРОФЕССИОНАЛЬНО ОРИЕНТИРОВАННЫХ ЗАДАНИЙ<br>ПО КОНСТРУИРОВАНИЮ ТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ<br>ПРИ ИЗУЧЕНИИ КУРСА ФИЗИКИ        |     |
| <i>Крутова И.А., Косенко А.С., Стефанова Г.П.</i>                                                                                                                       | 80  |
| ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ ПРОЕКТНОГО МЕНЕДЖМЕНТА<br>НА МАГИСТЕРСКИХ ПРОГРАММАХ РОССИЙСКИХ ВУЗОВ                                                                          |     |
| <i>Марабаева Л.В., Гуськова Н.Д., Ерастова А.В.</i>                                                                                                                     | 86  |
| ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПОДГОТОВКЕ<br>НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ                                                                                           |     |
| <i>Мельникова Г.Ф., Хусаинова Р.З.</i>                                                                                                                                  | 92  |
| ИССЛЕДОВАНИЕ СФОРМИРОВАННОСТИ ПОНИМАНИЯ<br>МНОГОЗНАЧНОСТИ СЛОВ У ДЕТЕЙ СТАРШЕГО ДОШКОЛЬНОГО<br>ВОЗРАСТА С ОБЩИМ НЕДОРАЗВИТИЕМ РЕЧИ                                      |     |
| <i>Минаева Н.Г.</i>                                                                                                                                                     | 97  |
| ВНЕУРОЧНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ОБУЧАЮЩИХСЯ КРАЕВЕДЧЕСКОЙ<br>НАПРАВЛЕННОСТИ В ПРОСТРАНСТВЕ ГОРОДСКОГО ПАРКА                                                                     |     |
| <i>Морозова Е.Е., Исаева О.А., Федорова О.А., Скиданова К.М.</i>                                                                                                        | 105 |
| ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ<br>НАЦИОНАЛЬНО-РЕГИОНАЛЬНОГО КОМПОНЕНТА<br>В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКЕ БУДУЩЕГО УЧИТЕЛЯ                                             |     |
| <i>Птицына Е.В.</i>                                                                                                                                                     | 110 |
| СИСТЕМА МНОГОУРОВНЕВОГО ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ<br>СТУДЕНТОВ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ<br>СРЕДЫ ВУЗА                                                                |     |
| <i>Смоленцева Т.Е.</i>                                                                                                                                                  | 115 |
| ВНЕДРЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ВЫСШЕЕ<br>ОБРАЗОВАНИЕ: ГОТОВНОСТЬ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ<br>И СТУДЕНТОВ-МЕДИКОВ К ПРИМЕНЕНИЮ НОВЫХ<br>ВОЗМОЖНОСТЕЙ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ |     |
| <i>Хабарова Т.С., Коровина И.А., Заболотная С.Г., Костомарова Е.В.</i>                                                                                                  | 123 |
| <b>НАУЧНЫЙ ОБЗОР</b>                                                                                                                                                    |     |
| ОСОБЕННОСТЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ УЧРЕЖДЕНИЙ<br>ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ОБРАЗОВАНИЯ И СОЦИАЛЬНОЙ<br>СФЕРЫ В РАМКАХ РАБОТЫ С ДЕТЬМИ С ОГРАНИЧЕННЫМИ<br>ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ          |     |
| <i>Волкова С.В.</i>                                                                                                                                                     | 128 |

## CONTENTS

**Technical sciences (1.2.2, 2.3.3, 2.3.4, 2.3.5, 2.5.3, 2.5.5, 2.5.7, 2.5.8)**

### ARTICLES

SIMULATION OF AN AUTOMATED WAREHOUSE  
MANAGEMENT SYSTEM

*Baykov D.V., Egorov D.S., Inshakov A.P.* ..... 8

ON THE QUESTION OF AUTOMATION OF THE WELDING PROCESS  
USING ARC WELDING AND MACHINE LEARNING METHODS

*Vybornov I.I., Piotrovskiy D.L.* ..... 15

GROUNDING OF FORECASTING FINANCIAL TIME SERIES  
BY AUTOREGRESSIVE – MOVING AVERAGE AND INTEGRATED  
AUTOREGRESSIVE – MOVING AVERAGE METHODS  
DEPENDENT ON THE HURST EXPONENT

*Zinenko A.V.* ..... 23

MACHINE LEARNING ALGORITHMS FOR IDENTIFYING  
CHRONIC DISEASE RISK GROUPS AMONG PATIENTS

*Koroleva Ya.A., Rodionov A.V.* ..... 29

MANAGEMENT OF BUDGET PLANNING AND FORECASTING  
PROCESSES IN ORGANIZATIONAL MEDICAL SYSTEMS

*Kroshilin A.V., Kroshilina S.V., Samorukova O.D.* ..... 39

COMPUTATIONAL MODELS OF OPTIMAL CONTROL  
OF ORE MATERIAL HEATING BASED ON THE FUEL  
CONSUMPTION CRITERION

*Nezamaev S.V., Vorobev M.S., Orekhov V.A., Bobkov V.I., Bykov A.A.* ..... 45

APPLICATION OF MACHINE LEARNING ON GRAPHS  
TO CONSTRUCTING RECOMMENDATION SYSTEMS  
THAT TAKE INTO ACCOUNT USER INDIVIDUALITY

*Khasanov I.I., Khasanova Z.R.* ..... 54

METHOD FOR DESIGNING A CONTROL SYSTEM  
FOR THE BOX PALLETIZING PROCESS BASED ON FINITE  
STATE MACHINE AND RELATIONAL DATA MODEL

*Kholopov V.A., Klyagin M.M., Ogorelcev R.M., Mishina V.A.* ..... 62

### НАУЧНЫЙ ОБЗОР

A REVIEW OF MODERN APPROACHES TO AUTOMATING  
THE REVIEW OF TEXTS OF COMPLEX ACADEMIC  
PAPERS BY STUDENTS AND YOUNG SCIENTISTS

*Bondarev Yu.A., Tereschenko V.V., Martsinkevich V.I., Dukhanov A.V.* ..... 72

---

**Pedagogical sciences (5.8.1, 5.8.2, 5.8.3, 5.8.7)**
**ARTICLES**

|                                                                                                                                                                                                                                       |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| METHODOLOGY OF TEACHING STUDENTS OF TECHNICAL COLLEGE TRAINING TO SOLVE PROFESSIONALLY ORIENTED PROBLEMS IN THE COURSE OF STUDYING PHYSICS<br><i>Krutova I.A., Kosenko A.S., Stefanova G.P.</i>                                       | 80  |
| FEATURES OF TEACHING PROJECT MANAGEMENT IN MASTER'S PROGRAMS OF RUSSIAN UNIVERSITIES<br><i>Marabaeva L.V., Guskova N.D., Erastova A.V.</i>                                                                                            | 86  |
| APPLICATION OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN TRAINING SCIENTIFIC AND PEDAGOGICAL PERSONNEL<br><i>Melnikova G.F., Khusainova R.Z.</i>                                                                                                        | 92  |
| STUDY OF THE DEVELOPMENT OF UNDERSTANDING THE POLYMEANING OF WORDS IN CHILDREN OF SENIOR PRESCHOOL AGE WITH GENERAL SPEECH UNDERDEVELOPMENT<br><i>Minaeva N.G.</i>                                                                    | 97  |
| EXTRACURRICULAR ACTIVITIES OF LOCAL HISTORY STUDENTS IN THE URBAN PARK SPACE<br><i>Morozova E.E., Isaeva O.A., Fedorova O.A., Skidanova K.M.</i>                                                                                      | 105 |
| PEDAGOGICAL CONDITIONS FOR THE IMPLEMENTATION OF THE NATIONAL-REGIONAL COMPONENT IN THE PROFESSIONAL TRAINING OF FUTURE TEACHERS<br><i>Ptitsyna E.V.</i>                                                                              | 110 |
| A SYSTEM OF MULTI-LEVEL ASSESSMENT OF STUDENTS' KNOWLEDGE USING A DIGITAL EDUCATIONAL ENVIRONMENT<br><i>Smolentseva T.E.</i>                                                                                                          | 115 |
| INTRODUCTION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN HIGHER EDUCATION: READINESS OF LECTURERS AND MEDICAL STUDENTS TO APPLY NEW CAPABILITIES OF MODERN TECHNOLOGIES<br><i>Khabarova T.S., Korovina I.A., Zabolotnaya S.G., Kostomarova E.V.</i> | 123 |
| <b>REVIEW</b>                                                                                                                                                                                                                         |     |
| THE PECULIARITY OF THE INTERACTION OF HEALTHCARE, EDUCATION AND SOCIAL INSTITUTIONS IN THE FRAMEWORK OF WORK WITH CHILDREN WITH DISABILITIES<br><i>Volkova S.V.</i>                                                                   | 128 |

## СТАТЬИ

УДК 519.876.5

DOI 10.17513/snt.40416

**ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ  
АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ  
УПРАВЛЕНИЯ СКЛАДСКИМ ПОМЕЩЕНИЕМ****Байков Д.В., Егоров Д.С., Иншаков А.П.***ФГБОУ ВО «Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарёва»,  
Саранск, e-mail: danil.egorov21@yandex.ru*

Цель исследования – повышение надежности работы автоматизированной системы управления складским помещением за счет увеличения среднего времени наработки на отказ и оптимизация ее эффективности путем сокращения времени выполнения цикла обработки изделий и равномерного распределения степени заполнения складских секций с помощью технологий имитационного моделирования. Предложен общий вид имитационной модели складского комплекса, включающий конвейер подачи, модуль динамической сортировки, роботизированные станции обработки, сборки и упаковки, трёхсекционный склад ёмкостью 162 места. Управление реализовано на программируемом логическом контроллере семейства Siemens S7-1500 в среде TIA Portal. Предложенная автоматизированная система управления складским помещением позволяет проанализировать влияние случайного распределения изделий по цветовым потокам на время выполнения цикла программы, а также степень заполнения каждой складской секции, фиксируя моменты возникновения производственных заторов и вынужденных остановок. Такой подход предоставляет инженерам инструмент предварительной оптимизации алгоритмов управления до внедрения в реальные технологические процессы. Также представлены результаты проведенных испытаний пяти различных по количеству партий изделий, продемонстрировавшие рост задержек и вынужденных остановок по мере приближения к лимиту хранения и неравномерного заполнения секций. Проведенный анализ показал накопление статистической ошибки во времени выполнения цикла программы, вызванной взаимодействием конвейеров и роботов. Полученные результаты подтверждают эффективность использования имитационного моделирования для предварительной оптимизации складских операций, демонстрируя снижение времени обработки, уменьшение простоев оборудования и повышение общей надежности системы по сравнению с традиционным процессом разработки систем автоматизации технологических процессов. Применение имитационного моделирования позволяет не только минимизировать риски при запуске реального производства, но и разработать индивидуальные рекомендации по модернизации складской инфраструктуры с учетом выявленных узких мест.

**Ключевые слова:** автоматизация, управление, имитационное моделирование, программируемый логический контроллер, алгоритм

**SIMULATION OF AN AUTOMATED  
WAREHOUSE MANAGEMENT SYSTEM****Baykov D.V., Egorov D.S., Inshakov A.P.***National Research Mordovia State University, Saransk, e-mail: bdv2304@mail.ru*

The objective of the study is to improve the reliability of the automated warehouse management system by increasing the mean time between failures and optimizing its efficiency by reducing the product processing cycle time and uniformly distributing the degree of filling of the warehouse sections using simulation modeling technologies. A general view of the simulation model of the warehouse complex is proposed, including a feed conveyor, a dynamic sorting module, robotic processing, assembly and packaging stations, a three-section warehouse with a capacity of 162 places. The control is implemented on a programmable logic controller of the Siemens S7-1500 family in the TIA Portal environment. The proposed automated warehouse management system makes it possible to analyze the influence of random distribution of products among color streams on the program cycle execution time, as well as the degree of filling of each warehouse section, recording the moments of production congestion and forced stops. This approach provides engineers with a tool for preliminary optimization of control algorithms before implementation in real technological processes. The results of tests of five different batches of products are also presented, demonstrating an increase in delays and forced stops as they approach the storage limit and the sections are unevenly filled. The analysis showed the accumulation of a statistical error in the execution time of the program cycle caused by the interaction of conveyors and robots. The results obtained confirm the effectiveness of using simulation modeling for preliminary optimization of warehouse operations, demonstrating a decrease in processing time, a decrease in equipment downtime and an increase in the overall reliability of the system compared to the traditional process automation system development process. The use of simulation modeling allows not only to minimize risks when launching real production, but also to develop individual recommendations for upgrading the warehouse infrastructure, taking into account the identified bottlenecks.

**Keywords:** automation, control, simulation modeling, programmable logic controller, algorithm

**Введение**

В настоящее время логистика и управление складскими операциями становится ключевыми факторами конкурентоспособ-

ности предприятий [1, 2]. Рост объемов товарооборота, необходимость повышения операционной эффективности (снижение времени обработки заказа и увеличение ко-

эффективности использования оборудования) и сокращение эксплуатационных издержек (уменьшение электропотребления и снижение затрат на персонал) требуют внедрения передовых технологий автоматизации, обеспечивающих высокую точность управления, надежность работы и масштабируемость процессов [3, 4]. В данном контексте имитационное моделирование автоматизированных систем управления складскими помещениями приобретает особую актуальность, позволяя тестировать и оптимизировать процессы без риска для реальных объектов [5, 6, 7].

Переход к использованию имитационных моделей позволяет переносить сложные логистические сценарии в виртуальную среду, где ошибки и проблемные места выявляются без риска для оборудования и производственного графика [8, 9, 10]. При этом именно участок сборки-упаковки с последующим размещением продукции остаётся наиболее уязвимым к нерегулярному входному потоку и неравномерному заполнению зон хранения [11, 12].

Несмотря на обилие коммерческих решений и разработок, большинство исследований по автоматизации складских операций сосредоточено либо на совершенствовании алгоритмов сортировки, либо на оптимизации конфигурации зон хранения и маршрутов отбора, оставляя без должного внимания комплексную верификацию цикла «подача → сборка → упаковка → складирование» [13, 14, 15]. Отсутствие такой информации нередко приводит к ситуации, когда производственная линия запускается с избыточными паузами, что вызывает потребность в доработке алгоритмов на местах пусконаладочных работ.

**Целью настоящего исследования** является повышение надежности работы автоматизированной системы управления складским помещением за счет увеличения среднего времени наработки на отказ и оптимизация ее эффективности путем сокращения времени выполнения цикла обработки изделий и равномерного распределения степени заполнения складских секций с помощью технологий имитационного моделирования.

#### **Материалы и методы исследования**

Для создания имитационной модели складского комплекса использовалась трехмерная среда моделирования Factory I/O версии 2.5.8. Управление разработанной моделью осуществлялось через виртуальный программируемый логический контроллер SIEMENS CPU 1511-1 PN с программным обеспечением Simatic S7 PLCSIM. Взаимо-

действие между виртуальным оборудованием и ПЛК обеспечивалось встроенным модулем связи Factory I/O PLC Driver, что исключило необходимость применения внешнего OPC UA-сервера.

Разработанная имитационная модель включала конвейер подачи деталей, модуль динамической сортировки, роботизированные станции обработки, сборки и упаковки, а также трёхсекционный склад общей ёмкостью 162 паллетоместа (по 54 места в каждой секции). Генерация входного потока деталей осуществлялась со следующим распределением: зеленые детали – 50%, синие – 33%, серые – 17%. Управление системой было реализовано на языке релейной логики (LAD) в среде TIA Portal V18 и включало четыре основных этапа: детекцию цвета деталей, маршрутизацию по соответствующим линиям обработки, упаковку и складирование. При достижении лимита заполнения секции система автоматически останавливала подачу изделий до освобождения мест, предотвращая перегрузку. Были проведены тесты с постепенным увеличением загрузки склада: от 32 до 162 изделий. Для каждой партии фиксировались: расчётное и фактическое время выполнения цикла, количество вынужденных остановок, степень заполнения каждой секции склада. Вынужденная остановка фиксировалась при превышении времени простоя конвейера более 15 с. Перед каждым тестом склад очищался для исключения влияния предыдущих испытаний. Каждый тест повторялся 5 раз, использовались усредненные значения.

Результаты испытаний анализировались с целью выявления закономерностей, таких как зависимость времени выполнения цикла программы от загрузки системы и влияние неравномерного распределения изделий на производительность. Особое внимание уделялось аварийным режимам работы системы.

#### **Результаты исследования и их обсуждение**

На рис. 1 представлен общий вид разработанной имитационной модели складского комплекса, охватывающая полный цикл логического процесса: от генерации продукции до её размещения на складе. Структурно модель состоит из: устройства совершающего имитацию входного потока обрабатываемых деталей разных цветов (1); линии распределения с датчиками цвета (2); трёх параллельных модулей обработки, сборки и упаковки деталей (3); трёх вертикальных лифтов-накопителей (4), размещающих готовую продукцию в соответствующие секции склада по 54 паллетоместа.

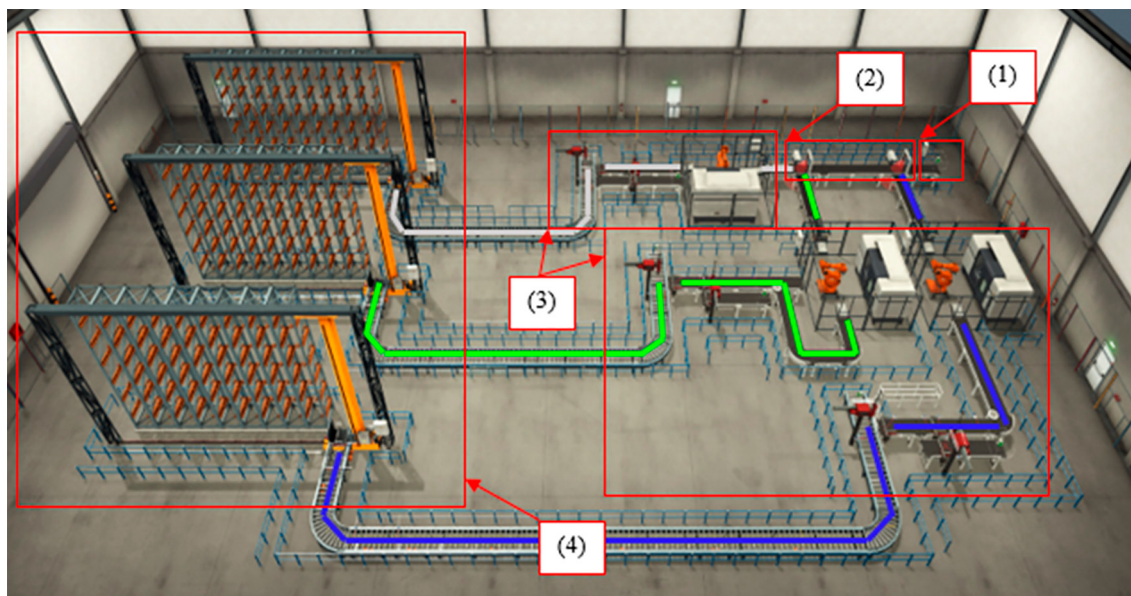


Рис. 1. Общий вид имитационной модели складского комплекса в среде Factory I/O  
Источник: составлен авторами

На рис. 2 представлена блок-схема программы складирования синего изделия, а на рис. 3 блок-схема алгоритма работы синей линии имитационной модели складского комплекса. Функционирование зеленой и серой линии осуществляется схожим образом.

Каждые 15 с в системе появляется деталь одного из трёх цветов – зелёного, синего или серого. Вероятность распределения смещена в сторону зелёных объектов, что отражает реалистичное неравномерное поступление. Датчик технического зрения фиксирует цвет детали, после чего изделие перенаправляется на соответствующую сборочную линию. Каждая линия включает следующую цепочку операций: захват детали манипулятором; виртуальная обработка и сборка (сжатие, позиционирование); упаковка на паллету; передача сигнала о готовности к складированию; перемещение паллеты к складу; вызов соответствующего лифта; размещение на складе в одной из 54 ячеек секции. При достижении лимита заполнения секции система автоматического управления подаёт команду остановки и блокирует дальнейшую подачу продукции до освобождения мест, что предотвращает заторы и перегрузку участков.

Оценка работоспособности предложенного алгоритма производилась при постепенном увеличении загрузки трехсекционного складского помещения: от минимального (32 детали) до полного заполнения (162 детали). При этом для каждой партии фиксировались: расчётное время цикла: 1 мин 15 с – для зелёных деталей;

1 мин 25 с – для синих деталей; 1 мин 5 с – для серых деталей; фактическое время; число вынужденных остановок и степень заполнения каждой складской секции. Различия времени обработки детали обусловлено сложностью технологических операций, применяемых для деталей разных цветов. Перед каждым запуском склад очищался до нуля.

Усредненные результаты проведенных испытаний разработанной имитационной модели складского комплекса сведены в таблицу.

Как видно из таблицы при умеренной загрузке складского помещения (32 детали) все изделия, поступающие на склад, были корректно идентифицированы и распределены по ячейкам, сбои в работе отсутствовали, а фактическое время выполнения цикла программы практически совпало с расчетным. При увеличении загрузки склада в два раза начали проявляться кратковременные задержки в работе манипулятора, что вызвало необходимость в принудительной остановке линии и устранении затора. При заполнении складского помещения до 59% были зафиксированы две остановки в работе зеленой линии, вызванные неравномерным накоплением изделий. При этом расхождение фактического времени выполнения цикла программы с расчетным составило 15%. Последующие испытания показали необходимость доработки алгоритмов ввиду увеличения времени простоя конвейеров из-за неравномерности распределения деталей по производственным линиям.

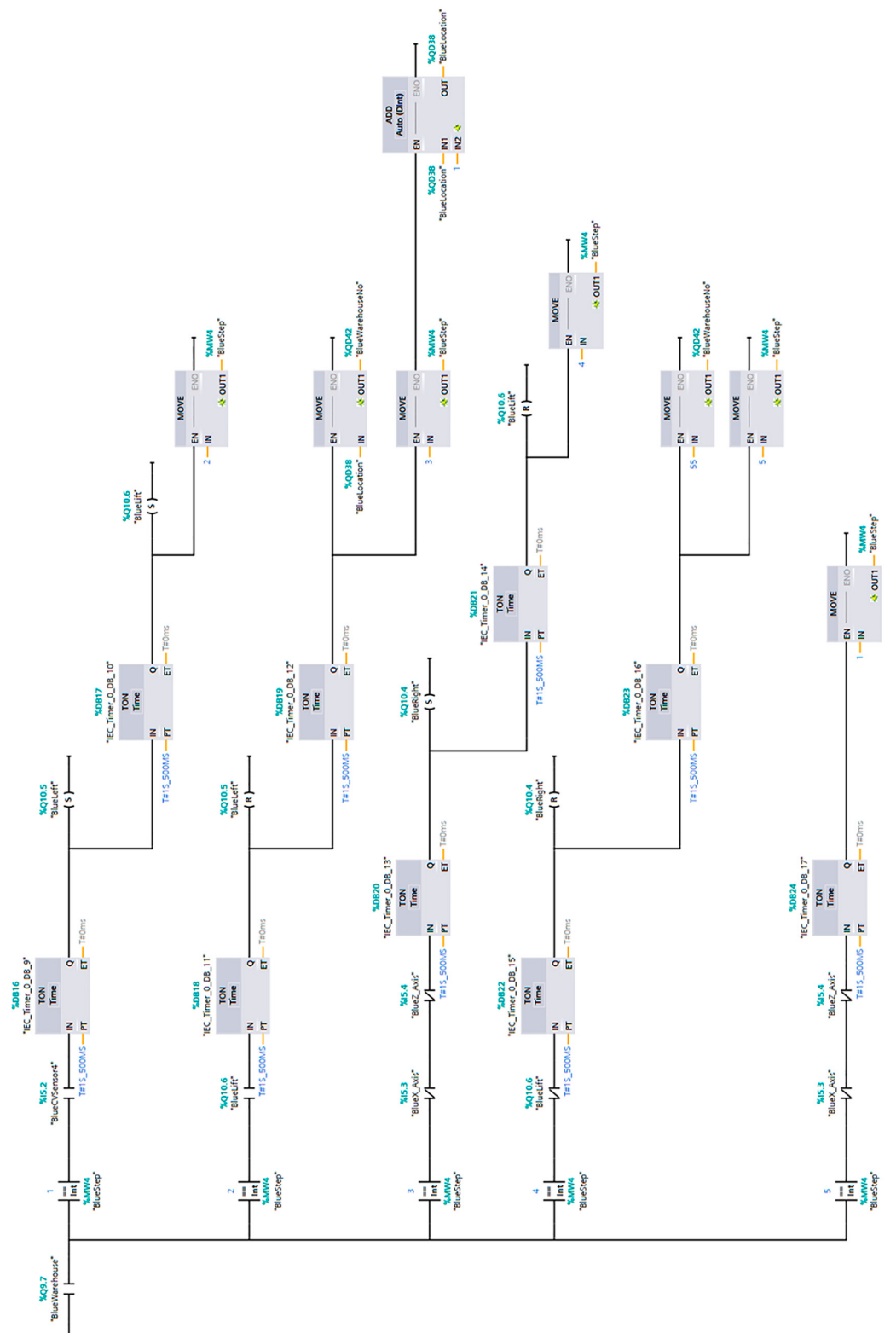
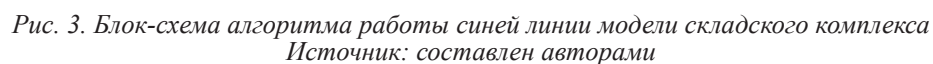


Рис. 2. Блок-схема программы складирования синего изделия на языке LAD  
 Источник: составлен авторами



## Результаты испытаний имитационной модели системы управления складом

| Тест № | Кол-во деталей, ед. | Зелёные/Синие/Серые, шт. | Расчётное время, мин. | Фактическое время, мин. | Кол-во остановок, ед. | Заполнение склада, % |
|--------|---------------------|--------------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------|
| 1      | 32                  | 16/11/5                  | 41,0                  | 43,1                    | 0                     | 20                   |
| 2      | 64                  | 32/21/11                 | 82,0                  | 87,1                    | 1                     | 40                   |
| 3      | 96                  | 48/32/16                 | 123,1                 | 132,2                   | 2                     | 59                   |
| 4      | 128                 | 64/43/21                 | 163,7                 | 176,9                   | 3                     | 79                   |
| 5      | 162                 | 81/54/27                 | 207,0                 | 223,4                   | 4                     | 100                  |

Примечание: составлена авторами.

Результаты испытаний показали, что неравномерное распределение изделий по цветовым потокам приводит к локальным перегрузкам секций склада, увеличению времени выполнения цикла и вынужденным остановкам, что подчеркивает необходимость внедрения динамической маршрутизации. Установлено, что статическая маршрутизация неэффективна при высокой загрузке склада (более 96 деталей). Для повышения производительности требуется внедрение адаптивных алгоритмов, учитывающих текущее заполнение секций и распределение входного потока, что по данным моделирования позволит снизить время простоя до 22% при нагрузке более 100 изделий.

### Заключение

Разработанная имитационная модель складского комплекса доказала свою эффективность в предварительной оптимизации алгоритмов управления до их внедрения в реальные технологические процессы. Модель позволила выявить системные проблемы, такие как задержки и перегрузки, и минимизировать риски, связанные с физической отладкой и доработкой оборудования, что ускоряет ввод системы в эксплуатацию и повышает её надежность. Это делает подход экономически оправданным для проектирования автоматизированных складов.

Дальнейшие исследования могут быть направлены на интеграцию IoT-датчиков и методов машинного обучения с автоматизированной системой управления складским помещением, что позволит создать гибкие и адаптивные системы управления для более точного прогнозирования поведения системы в реальных условиях.

Таким образом, исследование демонстрирует, что имитационное моделирование является мощным инструментом для инженеров и проектировщиков, позволяющим не только тестировать, но и совершенствовать логические процессы до их физической реализации.

### Список литературы

1. Сущинская В.А. Логистика, как фактор повышения конкурентоспособности предприятия // Экономика и бизнес: теория и практика. 2021. № 5-3 (75). С. 109-111. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=bztdic> (дата обращения: 22.05.2025). DOI: 10.24412/2411-0450-2021-5-3-109-111.
2. Кизимиров М.В., Черняев Е.В. Управление складом в транспортно-логистических центрах на основе стратегий ресурсосбережения // Вестник Челябинского государственного университета. 2024. № 11 (493). С. 116-124. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=76058702> (дата обращения: 19.05.2025). DOI: 10.47475/1994-2796-2024-493-11-116-124.
3. Староверова О.В., Андреева А.А. Некоторые особенности применения роботизированных технологий в складской логистике // Журнал исследований по управлению. 2022. Т. 8. № 3. С. 39-49. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49285532> (дата обращения: 19.05.2025).
4. Неупокоева Е.О. Гибридная технология синтеза транспортно-логистических систем на основе машинного обучения и имитационного моделирования // Экономика. Информатика. 2024. Т. 51. № 3. С. 670-681. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=75096707> (дата обращения: 22.05.2025). DOI: 10.52575/2687-0932-2024-51-3-670-681.
5. Гулягина О.С. Современные логистические технологии в складской деятельности // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия D. Экономические и юридические науки. 2013. № 6. С. 78-81. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23523797> (дата обращения: 22.05.2025).
6. Бабина О.И. Имитационная модель склада промышленного предприятия по производству бетона // Бизнес-информатика. 2015. № 1 (31). С. 41-50. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23609924> (дата обращения: 22.05.2025).
7. Derhami S., Smith J.S., Gue K.R. A simulation-based optimization approach to design optimal layouts for block-stacking warehouses // International Journal of Production Economics. 2020. Vol. 223. P. 107525. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527319303524> (дата обращения: 11.05.2025). DOI: 10.1016/j.ijpe.2019.107525.
8. Kukartseva O.I. Simulation modeling of production processes at the enterprise // Молодежь. Общество. Современная наука, техника и инновации. 2022. № 21. P. 277-278. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49737899> (дата обращения: 22.05.2025).
9. Сурков А.А. Сравнительный анализ математических моделей управления цепями поставки в различных отраслях // Modern Economy Success. 2023. № 6. С. 196-211. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54736831> (дата обращения: 22.05.2025).
10. Байков Д.В., Суслин А.Ю., Резепов С.Н., Храмова И.Д. Моделирование системы тягового привода электрокара // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 5. С. 22-25. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=53835654> (дата обращения: 22.05.2025).

11. Брыкин В.А. Отдельные инструменты совершенствования автоматизированной системы управления складом // Качество. Инновации. Образование. 2020. № 5 (169). С. 51-59. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44394402> (дата обращения: 22.05.2025). DOI: 10.31145/1999-513x-2020-5-51-59.
12. Володарец Н.В., Масленикова А.Г. К вопросу имитационного моделирования транспортных систем // Вестник Донецкой академии автомобильного транспорта. 2017. № 4. С. 21-28. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=34866003> (дата обращения: 22.05.2025).
13. Cestero P.J., Quartulli M., Metelli A.M., Restelli M. Storehouse: a Reinforcement Learning Environment for Optimizing Warehouse Management. July 2022. URL: [https://www.researchgate.net/publication/361900783\\_Storehouse\\_a\\_Reinforcement\\_Learning\\_Environment\\_for\\_Optimizing\\_Warehouse\\_Management](https://www.researchgate.net/publication/361900783_Storehouse_a_Reinforcement_Learning_Environment_for_Optimizing_Warehouse_Management) (дата обращения: 22.05.2025). DOI: 10.48550/arXiv.2207.03851.
14. Zhou Y., Dong Y., Xia H., Gu J. Routing Optimization of Intelligent Vehicle in Automated Warehouse // Discrete Dynamics in Nature and Society. 2014. 1-14. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2014/789754> (дата обращения: 11.05.2025). DOI: 10.1155/2014/789754.
15. Maheshwari P., Kamble S., Kumar S., Belhadi A., Gupta S. Digital twin-based warehouse management system: A theoretical toolbox for future research and applications // The International Journal of Logistics Management. 2023. Vol. 35. Is. 2. URL: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/ijlm-01-2023-0030/full/html> (дата обращения: 11.05.2025). DOI: 10.1108/IJLM-01-2023-0030.

УДК 004.852:621.791.75  
DOI 10.17513/snt.40417

## К ВОПРОСУ ОБ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА СВАРКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДУГОВОЙ СВАРКИ И МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Выборнов И.И., Пиотровский Д.Л.

ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет»,  
Москва, e-mail: pobinput@gmail.com

Целью работы является получение адекватного автоматического алгоритма дуговой сварки, использующего методы машинного обучения для мониторинга параметров сварки, прогнозирования дефектов шва и автоматической корректировки настроек с целью повышения качества и надежности сварных соединений. Настоящая работа посвящена созданию алгоритма для автоматизации дуговой сварки методом MIG/MAG с применением технологий машинного обучения, в частности модели Random Forest. Разработанная система направлена на непрерывный контроль таких параметров сварки, как температура шва, сила тока, скорость подачи проволоки, расход защитного газа и ширина шва. Основная задача – прогнозирование вероятности дефектов сварного соединения и автоматическая корректировка параметров для их предотвращения, что способствует повышению прочности и долговечности конструкций. Алгоритм реализован на языке Python с использованием библиотек Numpy, Sklearn и Matplotlib и адаптирован для работы в среде Google Colab, что упрощает проведение экспериментов и анализ данных. В ходе тестирования система продемонстрировала высокую точность предсказания дефектов (100%), подтвержденную метриками классификации и анализом ROC-кривой. Предложенный подход обеспечивает оптимизацию сварочных процессов, минимизацию производственных ошибок и открывает перспективы для адаптации к другим видам сварки, что делает его ценным инструментом для промышленного применения.

**Ключевые слова:** машинное обучение, автоматизация сварки, предсказание дефектов, мониторинг параметров, дуговая сварка, качество шва

## ON THE QUESTION OF AUTOMATION OF THE WELDING PROCESS USING ARC WELDING AND MACHINE LEARNING METHODS

Vybornov I.I., Piotrovskiy D.L.

Russian Technological University, Moscow, e-mail: pobinput@gmail.com

The aim of the work is to obtain an adequate automatic arc welding algorithm using machine learning methods to monitor welding parameters, predict weld defects and automatically adjust settings in order to improve the quality and reliability of welded joints. This work is devoted to the creation of an algorithm for automating arc welding by the MIG / MAG method using machine learning technologies, in particular the Random Forest model. The developed system is aimed at continuous monitoring of such welding parameters as weld temperature, current strength, wire feed speed, shielding gas flow rate and weld width. The main task is to predict the probability of welded joint defects and automatically adjust the parameters to prevent them, which helps to increase the strength and durability of structures. The algorithm is implemented in Python using the numpy, sklearn and matplotlib libraries and adapted to work in the Google Colab environment, which simplifies experiments and data analysis. During testing, the system demonstrated high accuracy in predicting defects (100%), confirmed by classification metrics and ROC curve analysis. The proposed approach ensures optimization of welding processes, minimization of production errors and opens up prospects for adaptation to other types of welding, which makes it a valuable tool for industrial applications.

**Keywords:** arc welding, machine learning, welding automation, defect prediction, parameter monitoring, weld quality

### Введение

На сегодняшний день современная авиационная промышленность стремится к повышению качества, эффективности и автоматизации производств. В связи с этим возникает потребность во внедрении методов искусственного интеллекта для управления производственными процессами и увеличения вышеупомянутых показателей [1]. Вследствие этого большого внимания заслуживает автоматизация метода дуговой сварки, поскольку в большинстве случаев полагается на традиционное ведение технологического процесса, которое зависит от квалификации оператора и внешних

производственных факторов. В настоящей статье рассматривается алгоритм автоматической дуговой сварки, который использует метод машинного обучения Random Forest для обеспечения предсказания возможного дефекта и корректировки параметров сварки в режиме реального времени.

**Цель исследования** – получение адекватного автоматического алгоритма дуговой сварки, использующего методы машинного обучения для мониторинга параметров сварки, прогнозирования дефектов шва и автоматической корректировки настроек с целью повышения качества и надежности сварных соединений.

### Материалы и методы исследования

Исследование было проведено в моделируемой среде. Программная реализация представляет собой мониторинговую систему сварочного процесса с функцией предсказания дефектов шва [2]. Основная цель системы – обеспечить контроль параметров сварки (температуры шва, ширины шва, тока, скорости сварки, потока защитного газа) и предсказать вероятность возникновения дефектов шва на основе этих параметров. При обнаружении ошибок система автоматически корректирует параметры сварки для минимизации дефектов в режиме реального времени [3].

Алгоритм построен на основе метода Random Forest и ряда методов, обеспечивающих инициализацию, обработку и корректировку параметров, описание которых приведено далее [4].

Код был написан на языке Python, в котором были использованы библиотеки Numpy для математических операций, Sklearn для создания модели деревьев решений и Matplotlib для создания графиков. Для проверки программы был составлен соответствующий метод, который включает метрики, описанные в соответствующем разделе.

### Результаты исследования и их обсуждение

Метод инициализации устанавливает начальные параметры сварки, а именно: значение текущего тока (по умолчанию 160 А), скорости сварки (по умолчанию 6 мм/с), поток защитного газа (по умолчанию 12 л/мин.), значение напряжение (по умолчанию 22 В).

Диапазон 100–220 А типичен для MIG/MAG-сварки стали толщиной 3–6 мм, что соответствует рекомендациям производителей (например, Miller Electric) и исследованию [5], поэтому ток в 160 А был взят как среднее между меньшим значением тока, равным 120 А, и большим – 200 А [6].

Напряжение 20–24 В стандартно для MIG-сварки с постоянным напряжением (GMAW-CV), как указано в общих руководствах (например, EWI.org). Данные значения являются оптимальными для дуговой сварки, в соответствии с исследованием [7]. Таким образом, значение по умолчанию было взято как среднее арифметическое границ диапазона.

Температура шва в MIG-сварке зависит от теплового ввода и обычно находится в диапазоне 500–700 °С, в соответствии с исследованием [8]. Соответственно дефектом будет считаться сварное соединение, сделанное при температуре выше 750 °С.



Рис. 1. Блок-схема метода инициализации  
Источник: составлено авторами

Скорость 5–8 мм/с (300–480 мм/мин.) стандартна для автоматизированной MIG-сварки, в соответствии с исследованием [9], а значение в 6 мм/с было взято, как оптимальное.

Поток 12–18 л/мин. типичен для смеси аргона и  $\text{CO}_2$  в MIG, в соответствии с [10]. Значение по умолчанию было взято по аналогии с остальными.

Метод определяет два режима контроля (строгий и мягкий) и два режима сварки (высокая и низкая мощность).

В данный метод также входит создание модели машинного обучения Random Forest с параметрами: количество деревьев, начального состояния, весов классов. Использование Random Forest позволяет моделировать нелинейные зависимости между признаками и вероятностью дефекта, что делает модель более устойчивой к шуму по сравнению с линейными методами (например, логистической регрессией).

Блок-схема метода инициализации представлена на рисунке 1.



Рис. 2. Блок-схема алгоритма обучения  
Источник: составлено авторами

Метод обучения модели генерирует обучающие данные и обучает модель для предсказания дефектов [11]. Обучающий набор данных формируется с учетом следующих признаков: температуры, ширины шва, тока, скорости и потока газа. Метод генерирует метки на основе заданных условий для обучения модели, а затем нормализует данные и обучает модель из предыдущего метода. Блок-схема метода обучения представлена на рисунке 2.

Метод предсказания вероятности дефекта выполняет предсказание на основе текущих параметров сварки [12]. На вход метод получает значения: температуры, ширины шва, тока, скорости и потока газа.



Рис. 3. Блок-схема метода предсказания вероятности дефекта  
Источник: составлено авторами

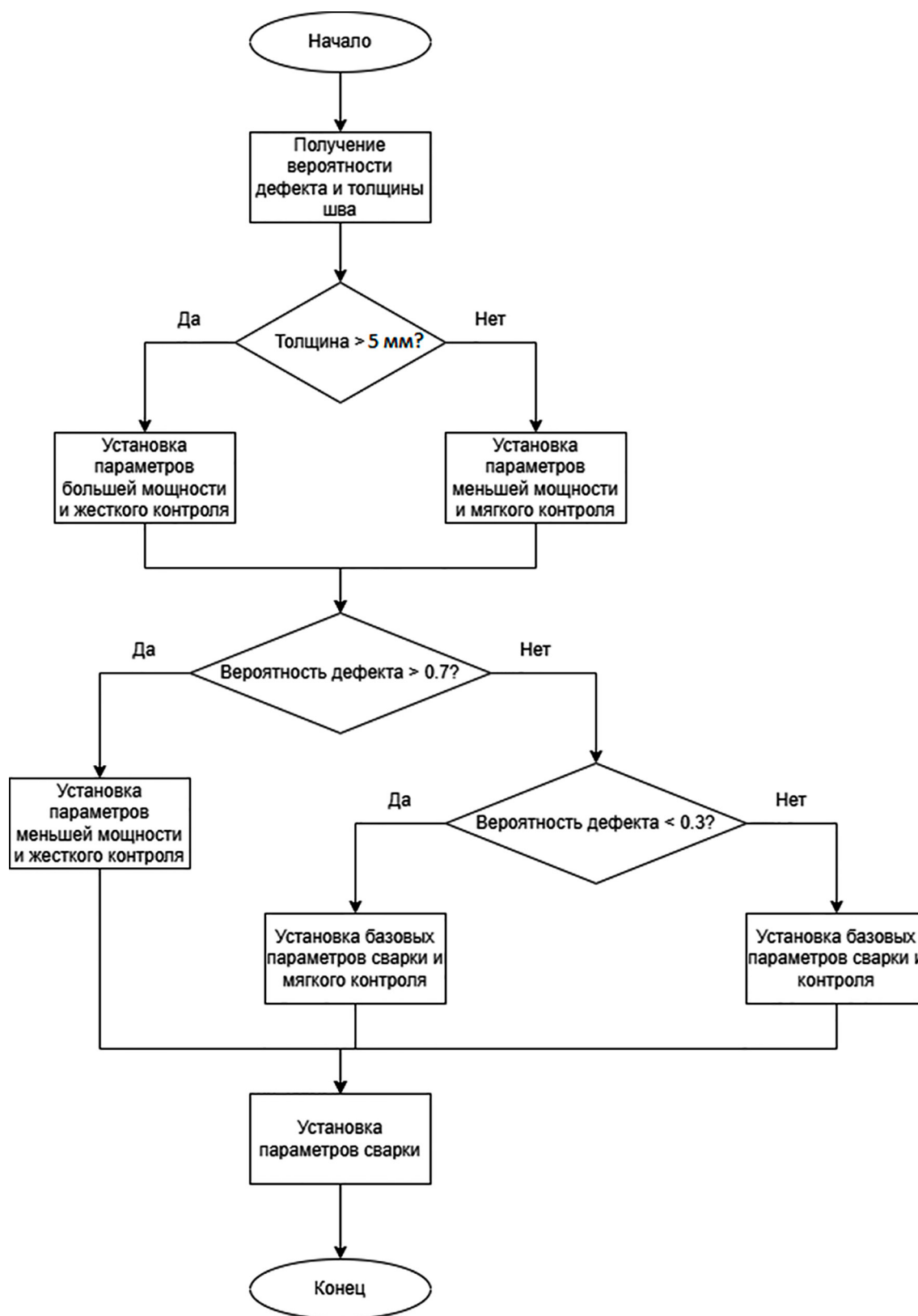


Рис. 4. Блок-схема метода установки режимов сварки и контроля  
Источник: составлено авторами

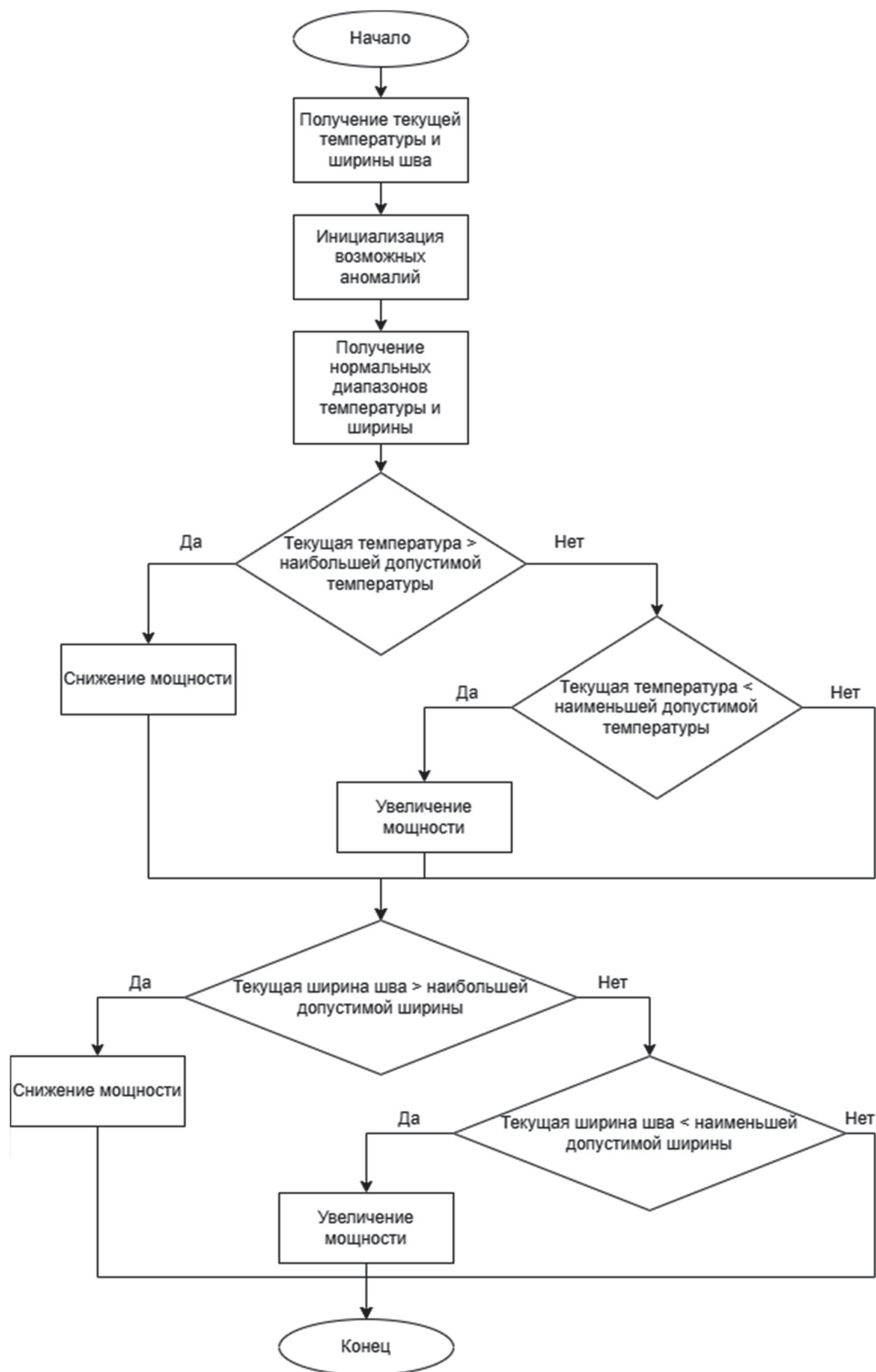


Рис. 5. Блок-схема метода мониторинга параметров сварки и корректировки  
Источник: составлено авторами

Метод создает массив признаков из входных данных, нормализует их и использует обученную модель для предсказания. На выходе модель выдает вероятность возникновения дефекта. Вероятность изменяется от 0 до 1 с точностью до сотых, где 0 – это низкая вероятность возникновения, а 1 – это его высокая вероятность возникновения.

Блок-схема метода предсказания вероятности дефекта представлена на рисунке 3.

Метод установки режимов сварки и контроля необходим для установки режимов сварки и контроля на основе вероятности дефекта и толщины материала [13]. На вход метод получает значения вероятности дефекта и толщины материала. Выходными же данными являются внутренние параметры сварки, а именно: текущий режим сварки, текущий режим контроля, ток, скорость и подача газа.

В соответствии с [14] значение ширины шва, большее 5 мм, считается дефектом, поскольку является индикатором избыточного тепловвода, что может привести к деформации или снижению прочности шва. В любом случае выбранная ширина не противоречит ГОСТ 14771-76.

Блок-схема метода установки режимов сварки и контроля представлена на рисунке 4.

Метод мониторинга параметров сварки и корректировки контролирует параметры сварки и корректирует их при отклонениях [15]. На вход метода поступает текущее значение температуры и ширины шва. Выходными параметрами метода является словарь с текущими параметрами сварки и статусом возможной аномалии.

Блок-схема метода мониторинга параметров сварки и корректировки представлена на рисунке 5.

Полученный алгоритм работает в бесконечном цикле, опрашивая датчики каждые 0,1 с и корректируя поведение рабочего органа на каждом шаге.

Метод тестирования предназначен для тестирования точности предсказания дефектов на тестовом наборе с добавлением шума [16]. Выходными данными метода являются метрики классификации и ROC-кривая.

Блок-схема метода тестирования представлена на рисунке 6.

Несмотря на не слишком большое количество данных для обучения, оценка модели составила 100%. Данные оценки модели представлены на рисунке 7 и 8.

Здесь точность показывает, насколько правильно модель определяет вероятность дефекта, точность класса дефекта – показывает вероятность ложных срабатываний модели, полнота – показывает возможный пропуск дефектов, F1-мера – это гармоническое среднее между точностью класса де-

фекта и полнотой, ROC-AUC – показывает, насколько хорошо модель разделяет классы. ROC-кривая наглядно демонстрирует способность модели различать дефекты и не дефекты.



Рис. 6. Блок-схема метода тестирования  
Источник: составлено авторами

```

Кросс-валидация (F1-мера): 0.972 ( $\pm 0.051$ )
Модель предсказания дефектов обучена
Запуск мониторинга на 10.0 секунд...
Баланс классов: дефекты 335, без дефектов 165
Accuracy: 0.990, Precision: 0.988, Recall: 0.997, F1: 0.993, ROC-AUC: 0.996

```

Рис. 7. Метрики обучения модели  
Источник: составлено авторами

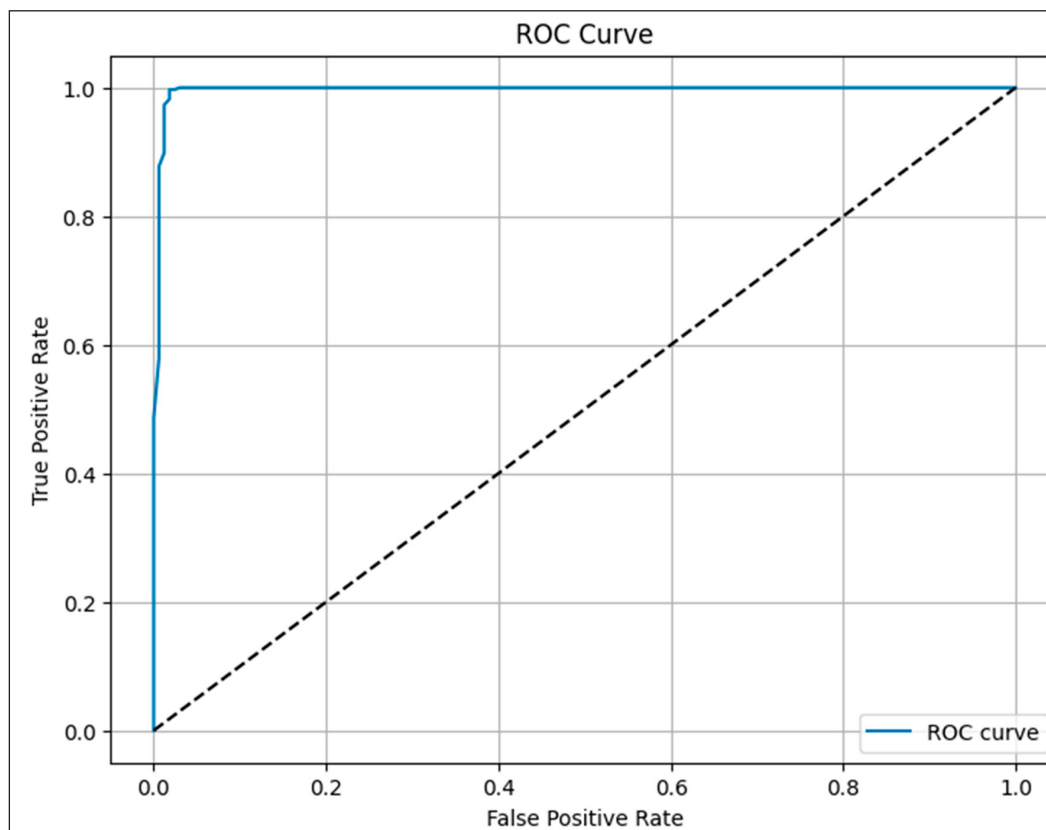


Рис. 8. ROC-кривая  
Источник: составлено авторами

### Заключение

Разработанный алгоритм автоматизации дуговой сварки, основанный на применении метода Random Forest, показал высокую точность в выявлении и предотвращении дефектов сварного шва. Система мониторинга и автоматической корректировки параметров на основе предсказания достигает точности, близкой к 100%, что было доказано представленными метриками. Разработанная система демонстрирует высокий потенциал внедрения, поскольку позволяет минимизировать ошибки на производстве, повышает надежность сварных соединений и оптимизирует качество технологического процесса создания воздушного судна. В дальнейшем предполагается увеличить объем обучающей выборки, тестирование

на реальных опытных образцах и совмещение метода с другими методами контроля и автоматизации.

### Список литературы

1. Jie W., Zhifen Z., Zijian B., Shuai Z., Rui Q., Jing H., Guangrui W. On-line defect recognition of MIG lap welding for stainless steel sheet based on weld image and CMT voltage: Feature fusion and attention weights visualization // Journal of Manufacturing Processes. 2023. Vol. 108. P. 430–444. DOI: 10.1016/j.jmapro.2023.10.081. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1526612523010368> (дата обращения: 15.03.2025).
2. Zhang Z., Wen G., Chen S. Weld image deep learning-based on-line defects detection using convolutional neural networks for Al alloy in robotic arc welding // Journal of Manufacturing Processes. 2019. Vol. 45. P. 208–216. DOI: 10.1016/j.jmapro.2019.06.023. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1526612519301860> (дата обращения: 15.03.2025).

3. Yanxi Z., Deyong Y., Xiangdong G., Seiji K. Monitoring of Welding Status Based on a DBN Model During Laser Welding // *Engineering*. 2019. DOI: 10.1016/j.eng.2019.01.016. URL: [https://www.researchgate.net/publication/334277053\\_Monitoring\\_of\\_Welding\\_Status\\_Based\\_on\\_a\\_DBN\\_Model\\_During\\_Laser\\_Welding](https://www.researchgate.net/publication/334277053_Monitoring_of_Welding_Status_Based_on_a_DBN_Model_During_Laser_Welding) (дата обращения: 17.03.2025).
4. Li D., Song Y., Ye F. Online monitoring of weld defects for short-circuit gas metal arc welding based on the self-organizing feature map neural networks // *Proceedings of the International Joint Conference on Neural Networks*. 2000. Vol. 5. P. 239–244. DOI: 10.1109/IJCNN.2000.861464. URL: [https://www.researchgate.net/publication/3857970\\_Online\\_monitoring\\_of\\_weld\\_defects\\_for\\_short-circuit\\_gas\\_metal\\_arc\\_welding\\_based\\_on\\_the\\_self-organizing\\_feature\\_map\\_neural\\_networks](https://www.researchgate.net/publication/3857970_Online_monitoring_of_weld_defects_for_short-circuit_gas_metal_arc_welding_based_on_the_self-organizing_feature_map_neural_networks) (дата обращения: 12.03.2025).
5. Thakar H., Chaudhari M., Vora J., Patel V., Das S., Bandhu D., Gupta M., Reddy V. Performance optimization and investigation of metal-cored filler wires for high-strength steel during gas metal arc welding // *High Temperature Materials and Processes*. 2023. DOI: 10.1515/htmp-2022-0305. URL: [https://www.researchgate.net/publication/377076428\\_Performance\\_optimization\\_and\\_investigation\\_of\\_metal-cored\\_filler\\_wires\\_for\\_high-strength\\_steel\\_during\\_gas\\_metal\\_arc\\_welding](https://www.researchgate.net/publication/377076428_Performance_optimization_and_investigation_of_metal-cored_filler_wires_for_high-strength_steel_during_gas_metal_arc_welding) (дата обращения: 15.03.2025).
6. Wang Z., Li L., Chen H., Lin S., Wu J., Ding T., Tian J., Xu M. Recognition of GTAW weld penetration based on the lightweight model and transfer learning // *Welding in the World*. 2022. Vol. 67. P. 1–14. DOI: 10.1007/s40194-022-01396-0. URL: [https://www.researchgate.net/publication/364294769\\_Recognition\\_of\\_GTAW\\_weld\\_penetration\\_based\\_on\\_the\\_lightweight\\_model\\_and\\_transfer\\_learning](https://www.researchgate.net/publication/364294769_Recognition_of_GTAW_weld_penetration_based_on_the_lightweight_model_and_transfer_learning) (дата обращения: 15.03.2025).
7. Khrais S., Hmoud H., Abdel A., Darabsch T. Impact of Gas Metal Arc Welding Parameters on Bead Geometry and Material Distortion of AISI 316L // *Journal of Manufacturing and Materials Processing*. 2023. Vol. 7. Article 123. DOI: 10.3390/jmmp7040123. URL: [https://www.researchgate.net/publication/371969521\\_Impact\\_of\\_Gas\\_Metal\\_Arc\\_Welding\\_Parameters\\_on\\_Bead\\_Geometry\\_and\\_Material\\_Distortion\\_of\\_AISI\\_316L](https://www.researchgate.net/publication/371969521_Impact_of_Gas_Metal_Arc_Welding_Parameters_on_Bead_Geometry_and_Material_Distortion_of_AISI_316L) (дата обращения: 13.03.2025).
8. Kah P., Edigbe G., Ndiwe B., Kubicek R. Assessment of arc stability features for selected gas metal arc welding conditions // *SN Applied Sciences*. 2022. Vol. 4. Article 268. DOI: 10.1007/s42452-022-05150-5. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s42452-022-05136-7> (дата обращения: 15.03.2025).
9. Haichao L., Yixuan M., Mingrui D., Xin W., Tong C. Defects detection of GMAW process based on convolutional neural network algorithm // *Scientific Reports*. 2023. Vol. 13. DOI: 10.1038/s41598-023-48698-x. URL: [https://www.researchgate.net/publication/376146088\\_Defects\\_detection\\_of\\_GMAW\\_process\\_based\\_on\\_convolutional\\_neural\\_network\\_algorithm](https://www.researchgate.net/publication/376146088_Defects_detection_of_GMAW_process_based_on_convolutional_neural_network_algorithm) (дата обращения: 17.03.2025).
10. Alnecino N., Francois N. B., Paul K. Optimization of GMAW Process Parameters in Ultra-High-Strength Steel Based on Prediction // *Metals*. 2023. Vol. 13. Article 1447. DOI: 10.3390/met13081447. URL: [https://www.researchgate.net/publication/373090987\\_Optimization\\_of\\_GMAW\\_Process\\_Parameters\\_in\\_Ultra-High-Strength\\_Steel\\_Based\\_on\\_Prediction](https://www.researchgate.net/publication/373090987_Optimization_of_GMAW_Process_Parameters_in_Ultra-High-Strength_Steel_Based_on_Prediction) (дата обращения: 18.03.2025).
11. Sakthivel R., Venkadeshwaran P., Sridevi R., Meeran R., Kamaraj C. Effect of Welding Current, Arc Voltage and Gas Flow Rate on Depth of Penetration during MIG Welding of AA2014 Plate // *International Journal of Scientific & Engineering Research*. 2015. Vol. 6. URL: [https://www.researchgate.net/publication/279920913\\_Effect\\_of\\_Welding\\_Current\\_Arc\\_Voltage\\_and\\_Gas\\_Flow\\_Rate\\_on\\_Depth\\_of\\_Penetration\\_during\\_MIG\\_Welding\\_of\\_AA2014\\_Plate](https://www.researchgate.net/publication/279920913_Effect_of_Welding_Current_Arc_Voltage_and_Gas_Flow_Rate_on_Depth_of_Penetration_during_MIG_Welding_of_AA2014_Plate) (дата обращения: 12.03.2025).
12. Asif K., Zhang L., Derrible S., Indacochea E., Ozevin D., Ziebart B. Machine learning model to predict welding quality using air-coupled acoustic emission and weld inputs // *Journal of Intelligent Manufacturing*. 2022. Vol. 33. P. 1–15. DOI: 10.1007/s10845-020-01667-x. URL: [https://www.researchgate.net/publication/346315747\\_Machine\\_learning\\_model\\_to\\_predict\\_welding\\_quality\\_using\\_air-coupled\\_acoustic\\_emission\\_and\\_weld\\_inputs](https://www.researchgate.net/publication/346315747_Machine_learning_model_to_predict_welding_quality_using_air-coupled_acoustic_emission_and_weld_inputs) (дата обращения: 15.03.2025).
13. Chen G., Sheng B., Luo R., Pengzhen J. A parallel strategy for predicting the quality of welded joints in automotive bodies based on machine learning // *Journal of Manufacturing Systems*. 2022. Vol. 62. P. 636–649. DOI: 10.1016/j.jmsy.2022.01.011. URL: [https://www.researchgate.net/publication/358478950\\_A\\_parallel\\_strategy\\_for\\_predicting\\_the\\_quality\\_of\\_welded\\_joints\\_in\\_automotive\\_bodies\\_based\\_on\\_machine\\_learning](https://www.researchgate.net/publication/358478950_A_parallel_strategy_for_predicting_the_quality_of_welded_joints_in_automotive_bodies_based_on_machine_learning) (дата обращения: 15.03.2025).
14. Kumaresan S., Aultrin K., Kumar S.S., Anand M. Transfer Learning With CNN for Classification of Weld Defect // *IEEE Access*. 2021. DOI: 10.1109/ACCESS.2021.3093487. URL: [https://www.researchgate.net/publication/352848476\\_Transfer\\_Learning\\_With\\_CNN\\_for\\_Classification\\_of\\_Weld\\_Defect](https://www.researchgate.net/publication/352848476_Transfer_Learning_With_CNN_for_Classification_of_Weld_Defect) (дата обращения: 12.03.2025).
15. Jinquan L., Jie L., Jinli X., Ding L. Welding quality analysis and prediction based on deep learning // *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 2021. P. 405–416. DOI: 10.1109/WCMEIM54377.2021.00045 URL: [https://www.researchgate.net/publication/363118146\\_Welding\\_quality\\_analysis\\_and\\_prediction\\_based\\_on\\_deep\\_learning](https://www.researchgate.net/publication/363118146_Welding_quality_analysis_and_prediction_based_on_deep_learning) (дата обращения: 15.03.2025).
16. Kim I.-S., Lee M.-G., Jeon Y. Review on Machine Learning Based Welding Quality Improvement // *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-Smart Technology*. 2023. Vol. 1. P. 219–226. DOI: 10.57062/ijpemst.2023.0017. URL: [https://www.researchgate.net/publication/372169737\\_Review\\_on\\_Machine\\_Learning\\_Based\\_Welding\\_Quality\\_Improvement](https://www.researchgate.net/publication/372169737_Review_on_Machine_Learning_Based_Welding_Quality_Improvement) (дата обращения: 14.03.2025).

УДК 51-77:005  
DOI 10.17513/snt.40418

## ОБОСНОВАНИЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ФИНАНСОВЫХ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ МЕТОДАМИ АВТОРЕГРЕССИИ – СКОЛЬЗЯЩЕГО СРЕДНЕГО И ИНТЕГРИРОВАННОЙ АВТОРЕГРЕССИИ – СКОЛЬЗЯЩЕГО СРЕДНЕГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОКАЗАТЕЛЯ ХЕРСТА

**Зиненко А.В.**

*ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», Красноярск,  
e-mail: anna-z@mail.ru*

В работе рассматривается применение статистических методов авторегрессии – скользящего среднего и интегрированной авторегрессии – скользящего среднего к прогнозированию финансовых временных рядов. Данные модели отличаются тем, что в интегрированной модели в целях обеспечения стационарности берутся не фактические уровни ряда, а разности. Финансовые ряды могут быть как случайными, так и персистентными – зависящими от прошлых значений. Цель работы – обоснование использования моделей авторегрессии – скользящего среднего и интегрированной авторегрессии – скользящего среднего для прогнозирования финансовых временных рядов, исходя из того, зависят ли текущие значения временных рядов от прошлых, иными словами, являются ли временные ряды персистентными. Для осуществления прогнозов в работе использованы методы авторегрессии – скользящего среднего и интегрированной авторегрессии – скользящего среднего, а для определения персистентности временного ряда – метод R/S анализа. Результаты апробированы на четырех индексах крупнейших бирж, метрикой качества прогноза выступила средняя абсолютная ошибка в процентах. Для случайных временных рядов модель авторегрессии – скользящего среднего, в которой не осуществляется взятие разностей, показала лучший результат, чем модель интегрированной авторегрессии – скользящего среднего, которую целесообразно применять для персистентных временных рядов.

**Ключевые слова:** финансовые рынки, модель авторегрессии – скользящего среднего, интегрированная модель авторегрессии – скользящего среднего, R/S анализ, показатель Херста

## GROUNDING OF FORECASTING FINANCIAL TIME SERIES BY AUTOREGRESSIVE – MOVING AVERAGE AND INTEGRATED AUTOREGRESSIVE – MOVING AVERAGE METHODS DEPENDING ON THE HURST EXPONENT

**Zinenko A.V.**

*Siberian Federal University, Krasnoyarsk, e-mail: anna-z@mail.ru*

The paper considers the application of statistical methods of autoregression – moving average and integrated autoregression – moving average to forecasting financial time series. These models differ in that in the integrated model, in order to ensure stationarity, not the actual levels of the series are taken, but the differences. Financial series can be both random and persistent – dependent on past values. The purpose of the work is to justify the use of autoregression – moving average and integrated autoregression – moving average models for forecasting financial time series, based on whether the current values of the time series depend on the past ones, in other words, whether the time series are persistent. To implement forecasts, the paper uses the methods of autoregression – moving average and integrated autoregression – moving average, and to determine the persistence of the time series – the R / S analysis method. The results are tested on four indices of the largest stock exchanges, the forecast quality metric is the average absolute error in percent. For random time series, the autoregressive moving average model, which does not take differences, showed higher accuracy than the integrated autoregressive moving average model, which is appropriate for persistent time series.

**Keywords:** financial markets, autoregressive moving average model, integrated autoregressive moving average model, R/S analysis, Hurst exponent

### **Введение**

Прогнозирование экономических показателей зародилось в США в конце XIX – начале XX в. Как ученые, так и практикующие деятели финансового рынка исходили из концепции, согласно которой экономические показатели, такие, например, как показатели погоды, являются циклическими и, соответственно, могут быть точно пред-

сказаны. В итоге данный подход оказался неверным, однако он привел к появлению множества институтов, занимающихся сбором данных и мониторингом по финансовым рынкам, а также к конструированию экономических показателей, которые используются и по сей день и список которых постоянно расширяется с развитием мировой экономики и финансовых рынков [1].

К статистическим методам прогнозирования одномерных временных рядов принадлежат авторегрессионные модели и модели сглаживания. Авторегрессионные модели представляют текущие значения временного ряда как регрессионную зависимость от прошлых значений, а модели сглаживания считают какой-либо скользящий показатель (например, простое среднее арифметическое) и на его основании продолжают тренд [2]. Также классические модели прогнозирования могут учитывать фактор сезонности. Подобного рода модели хорошо работают при прогнозировании временных рядов с ярко выраженным трендом.

Временные ряды с выраженным трендом и с сезонностью являются нестационарными временными рядами. К стационарным временным рядам относятся ряды с постоянным средним и дисперсией. На практике такими рядами описываются случайные процессы, которые прогнозировать еще проще, достаточно посчитать среднее значение и дисперсию, тогда все фактические значения будут где-то около среднего с разбросом в среднеквадратичное отклонение [3].

Если в классической инвестиционной теории финансовые временные ряды считались случайными и стационарными [4], то начиная с 1990-х гг. этот постулат был опровергнут [5], однако на практике использование традиционных моделей Марковитца и Шарпа [6] продолжалось.

Наиболее точными на данный момент статистическими методами прогнозирования временных рядов являются модели авторегрессии – скользящего среднего (ARMA) и интегрированной авторегрессии – скользящего среднего (ARIMA) [7, с. 102]. Первая модель применима к стационарным временным рядам, а вторая приводит временной ряд к стационарному виду путем взятия разниц. Стационарность временного ряда определяется тестом Дики – Фуллера и для приведения финансового ряда к стационарному виду достаточно первого порядка разностей [8].

В данной работе рассматривается не тождественное, но близкое стационарности понятие, которое традиционно применяется к финансовым временным рядам – персистентность [9, с. 69]. Персистентность в большинстве источников определяется как зависимость от прошлых значений. Таким образом, персистентные временные ряды обладают некоторой трендовостью. Понятие персистентность было введено гидрологом Гарольдом Херстом применительно к природным явлениям, а затем перенесено на финансовую сферу учеными

Бенуа Мандельбротом и Эдгаром Петерсом. Автор предлагает выбирать между моделями ARMA и ARIMA, исходя не из теста Дики – Фуллера, определяющего стационарность временных рядов, а по итогам R/S анализа, который показывает, персистентен или случаен временной ряд.

**Цель исследования** состоит в обосновании использования моделей авторегрессии – скользящего среднего и интегрированной авторегрессии – скользящего среднего для прогнозирования финансовых котировок, исходя из зависимости текущих значений временных рядов от прошлых.

## Материалы и методы исследования

### Модели ARMA и ARIMA

Модель ARMA (p, q) представляется следующим уравнением

$$y_t = \sum_{i=1}^p \alpha_i y_{t-i} + \varepsilon_t + \sum_{i=1}^q \beta_i \varepsilon_{t-i}, \quad (1)$$

где  $y_t$  – текущий уровень ряда,  $y_{t-i}$  – уровень ряда, отстающий на  $i$  периодов,  $\varepsilon_t$  – случайная компонента,  $\varepsilon_{t-i}$  – случайная компонента, отстающая на  $i$  периодов,  $\alpha_i, \beta_i$  – параметры модели [10]. Первая сумма модели является компонентой авторегрессии, а вторая – компонентой скользящего среднего. В работах автора [11, 12] было предложено в качестве ошибки рассчитывать нормально распределенный шум с нулевым математическим ожиданием и стандартным отклонением, равным стандартному отклонению ошибки прогноза по модели авторегрессии, коэффициенты которой можно рассчитать по формулам, представленным в работах Бокса и Дженкинса. Для модели ARIMA формула (1) имеет вид

$$\Delta_t^d = \sum_{i=1}^p \alpha_i \Delta_{t-i}^d + \varepsilon_t + \sum_{i=1}^q \beta_i \varepsilon_{t-i}, \quad (2)$$

где  $\Delta_t^d$  – разность порядка  $d$ .

Порядок взятия разностей определяется тестом Дики–Фуллера [13, с. 227]. Параметры  $p$  и  $q$  определяются графиками частичной автокорреляции и автокорреляции. [13, с. 223]. Коэффициенты моделей ARMA и ARIMA рассчитываются в процессе обучения модели, путем минимизации стандартного отклонения прогнозных значений ряда от фактических.

### R/S анализ

R/S анализ предназначен для нахождения показателя Херста (в данном случае с целью определить персистентность временного ряда). Алгоритм осуществления

R/S анализа следующий [14]. Выбирается временной ряд достаточно большого размера. Дополнительным условием выступает большое количество собственных делителей, так как от этого зависит количество подвыборок и, соответственно, объем исходных данных для построения уравнения регрессии. Частное соседних

уровней ряда логарифмируется и получается ряд  $\log(y_i / y_{i-1})$  длиной  $n$ .

Находится наименьший собственный делитель  $n$ , не меньший 10 (обозначение  $-m$ ). Выборка делится на  $k = n / m$  групп. Элементы в каждой группе обозначены  $t_i$ . В каждой группе количество элементов составляет  $m$ . Средние значения в  $k$ -й группе

$$\bar{t}_k = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m t_i, \frac{1}{m} \sum_{i=m+1}^{2m} t_i, \dots, \frac{1}{m} \sum_{i=(k-1)m+1}^n t_i, \quad (3)$$

накопленные отклонения от среднего  $X_i$ :

$$X_1 = t_1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m t_i, X_2 = \left( t_2 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m t_i \right) + X_1 \dots X_m = \left( t_m - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m t_i \right) + X_{m-1}. \quad (4)$$

По каждой группе нормированный размах  $R_k = \max(X_i) - \min(X_i)$ . Стандартное отклонение  $S_k$  по каждой группе

$$S_k = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (t_i - \bar{t}_k)^2}. \quad (5)$$

Показатель  $R / S$  по каждой группе рассчитывается как  $R_k / S_k$ . Средний размах вариации

$$\overline{R / S_j} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k R / S_i. \quad (6)$$

Таким образом, получена выборка

$$\overline{R / S_j}, j = 1, \frac{n}{2}.$$

Строится уравнение линейной регрессии, в котором переменной  $X$  выступает логарифм показателя  $R / S$ , а переменной  $Y$  – логарифм количества элементов в  $j$ -й группе  $k$ :

$$\log R / S = \log c + H \times \log k, \quad (7)$$

где  $H, k$  – коэффициенты регрессии [15].

Автором разработан и запатентован алгоритм на Python, который позволяет рассчитать показатель Херста для различных финансовых инструментов и построить линию регрессии.

#### Результаты исследования и их обсуждение

Для анализа были взяты индексы AMEX, NASDAQ, NYSE американских фондовых бирж и индекс валютного рынка FOREX. Поскольку использовали данные за длительный период – 10 лет, данные по некоторым инструментам были пропущены и их пришлось отсечь. Также расчет показателя

Херста потребовал более глубокой очистки данных. К примеру, для расчета показателя R/S требуется поместить стандартное отклонение в знаменатель. Таким образом, акции и валюты, котировки которых не меняются в течение длительных периодов и стандартное отклонение по ним соответственно равно нулю, отсекаются. В итоге по индексу AMEX был взят 131 инструмент, по NASDAQ – 162, по NYSE – 401, по FOREX – 338 инструментов. Из этих акций и валют выбирали те, у которых показатель Херста меньше либо равен 0,5, то есть случайные либо антиперсистентные акции.

Автором предложено выбирать модель ARMA для случайных и антиперсистентных временных рядов. Для того чтобы проверить, насколько это целесообразно, был осуществлен прогноз на годовых временных промежутках методами ARIMA и ARMA и сравнили их по метрике MAPE (средняя абсолютная ошибка в процентах). Общий период делился на тренировочный и прогнозный в соотношении 80:20. Таким образом были проанализированы котировки за 10 лет – с 2015 по 2024 г. Результаты показаны в таблице.

Из таблицы можно сделать вывод о том, что в большинстве случаев модель ARMA показывает меньшую среднюю ошибку. Только в 2018 г. по трем из двух индексов ARMA показала большую среднюю ошибку, при этом существенная разница была только по индексу AMEX. Отсюда следует вывод о том, что в первую очередь следует разделять акции по показателю Херста, а затем персистентные акции прогнозировать методом ARIMA со взятием разностей, а случайные и антиперсистентные – методом ARMA без взятия разностей. На рис. 1, 2 визуализированы прогнозы некоторых инструментов методами ARMA и ARIMA.

Усредненная по индексам MAPE (в %) по методам ARMA и ARIMA

| Period | AMEX |       | NASDAQ |       | NYSE |       | FOREX |       |
|--------|------|-------|--------|-------|------|-------|-------|-------|
|        | ARMA | ARIMA | ARMA   | ARIMA | ARMA | ARIMA | ARMA  | ARIMA |
| 2015   | 9,7  | 20    | 6,4    | 6     | 6    | 7,3   | 44,6  | 20,4  |
| 2016   | 15,2 | 26,5  | 5,3    | 5,3   | 7,7  | 5,9   | 42,7  | 41,5  |
| 2017   | 9,8  | 17,3  | 6,2    | 5,7   | 6,3  | 6,3   | 42    | 17,5  |
| 2018   | 25   | 19    | 6,9    | 8,2   | 9    | 7,1   | 5,1   | 4,2   |
| 2019   | 8    | 16,1  | 5,5    | 5     | 5,8  | 5,4   | 6,1   | 20,6  |
| 2020   | 18,3 | 21,2  | 5,9    | 6,4   | 7,3  | 6     | 9     | 21    |
| 2021   | 10,8 | 16,7  | 10,5   | 6,7   | 9,8  | 6,7   | 2,4   | 3,1   |
| 2022   | 13   | 27,3  | 5,5    | 5,6   | 5,5  | 5,9   | 2,7   | 3,3   |
| 2023   | 15   | 28    | 6      | 7     | 5    | 5     | 2,8   | 3,2   |
| 2024   | 8,7  | 12,2  | 5,8    | 6,3   | 5,7  | 5     | 2,2   | 2,8   |

Источник: составлено автором на основе полученных данных в ходе исследования.

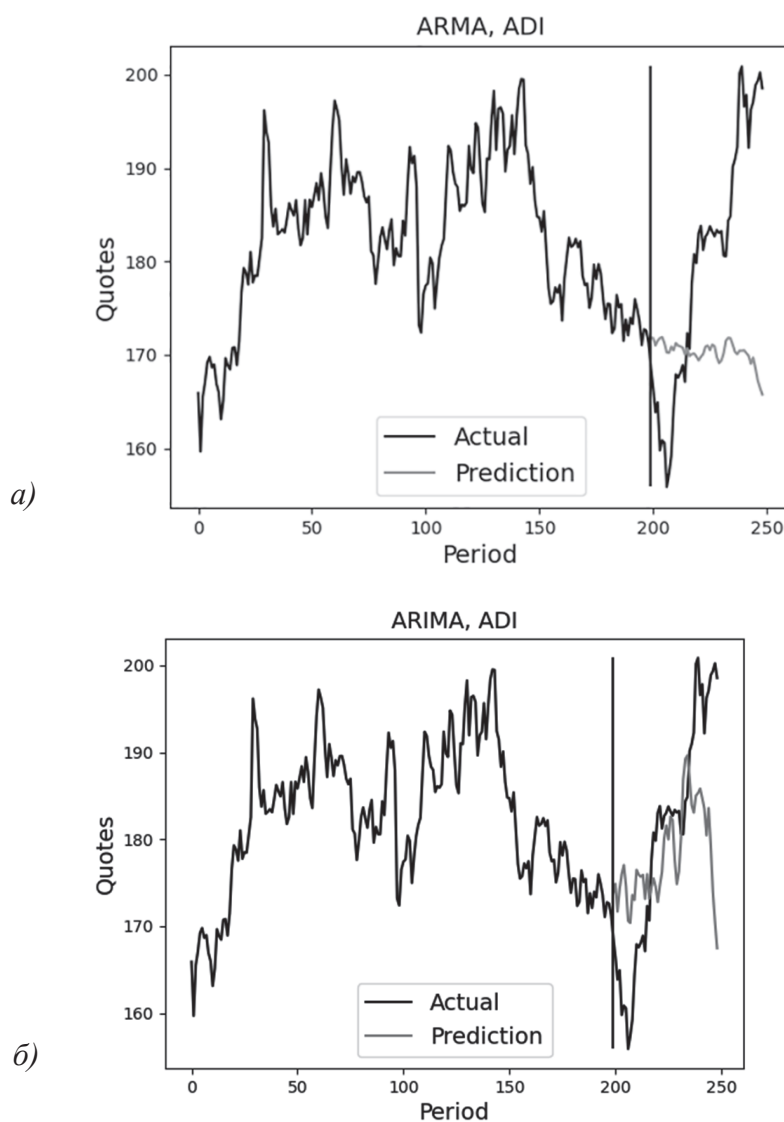


Рис. 1. Прогноз для акции Nvidia методами а) ARMA, б) ARIMA  
Источник: составлено автором

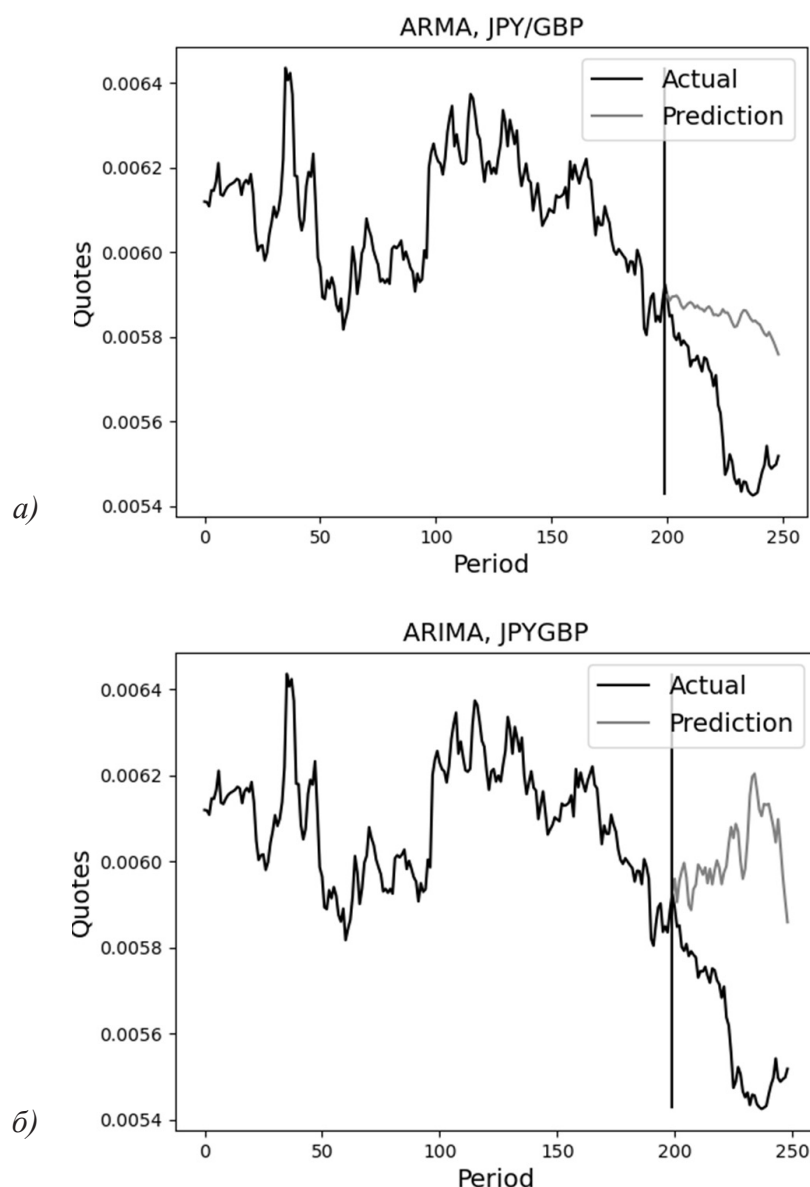


Рис. 2. Прогноз для валютной пары Японская цена / Британский фунт методами  
а) ARMA, б) ARIMA

Источник: составлено автором

### Заключение

В работе рассматривалось прогнозирование финансовых инструментов методами ARMA и ARIMA. Также автором рассмотрен показатель Херста, который позволяет делать выводы о персистентном, случайном либо антиперсистентном характере временных рядов. Нами было выдвинуто предположение о том, что случайные и антиперсистентные ряды при прогнозировании методом ARIMA не нуждаются во взятии разниц и, таким образом, модель ARIMA вырождается в модель ARMA.

С помощью разработанного автором алгоритма на языке программирования Пайтон рассчитаны показатели Херста примерно по тысяче акций и валютных пар, входящих в американские фондовые индексы и инструменты рынка FOREX. Затем выбраны те из них, у которых показатель Херста меньше либо равен 0,5, и осуществлены прогнозы по годовым выборкам за 10 периодов с 2015 по 2024 г. методами ARMA и ARIMA. По каждому методу и по каждому периоду рассчитывалась метрика MAPE, усредненная по индексу. В большинстве случаев ошибка по методу ARMA была меньше

(в части случаев существенно меньше), чем по методу ARIMA, из чего можно сделать вывод о том, что использовать метод ARMA вместо ARIMA для случайных и антиперсистентных по Херсту инструментов имеет смысл.

### Список литературы

1. Сергеев А.В. Концептуальная модель инвестиционного портфеля на основе регуляризирующего байесовского подхода // Мягкие измерения и вычисления. 2021. Т. 41. № 4. С. 25–30. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47127743> (дата обращения: 15.05.2025). DOI: 10.36871/2618-9976.2021.04.004.
2. Ширнаева С.Ю. Эконометрическое моделирование и прогнозирование показателей экспорта товаров Российской Федерации // Фундаментальные исследования. 2020. № 6. С. 172–177. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43090121> (дата обращения: 15.05.2025). DOI: 10.17513/fr.42796.
3. Сотников А.И. Современные технологии глубокого обучения для прогнозирования временных рядов // Информационно-технологический вестник. 2021. № 3 (29). С. 95–105. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47180819> (дата обращения: 15.05.2025). DOI: 10.21499/2409-1650-29-3-95-105.
4. Жаров А.Н. Моделирование оптимального инвестиционного портфеля с использованием модели Марковица // Экономика и предпринимательство. 2023. № 12 (161). С. 1105–1108. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=59458440> (дата обращения: 15.05.2025). DOI: 10.34925/EIP.2023.161.12.216.
5. Negina Ya. Reception of mandelbrot And His Economic Ideas in Russia // Terra Economicus. 2024. Т. 22. № 2. С. 114–123.; URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=68465880> (дата обращения: 15.05.2025). DOI: 10.18522/2073-6606-2024-22-2-114-123.
6. Иванченко И.С., Осей Д.Д. Оптимизация структуры российских золотовалютных резервов при помощи модели Блэка – Литтермана // Финансовый журнал. 2018. № 1 (41). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/optimizatsiya-struktury-rossijskih-zolotovalyutnyh-rezervov-pri-pomoschi-modeli-bleka-littermana?ysclid=mazk2yrf7yj942552351> (дата обращения: 16.05.2025). DOI: 10.31107/2075-1990-2018-1-36-28.
7. Бокс Дж., Дженкинс Г. Анализ временных рядов: прогноз и управление. М.: Мир. 1974. 820 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://reallib.org/reader?file=448635&ysclid=mb24pldejks541432993> (дата обращения: 16.05.2025). ISBN 2100013644333.
8. Гребенщикова А.А. Модели ARIMA-GARCH для прогнозирования сетевого трафика реального времени // Электросвязь. 2024. № 8. С. 19–26. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=70571838> (дата обращения: 15.05.2025). DOI: 10.34832/ELSV.2024.57.8.003.
9. Петерс Э. Фрактальный анализ финансовых рынков. Применение хаоса в инвестициях и экономике. М.: Интернет-трейдинг. 2004. 291 с. URL: <https://reallib.org/reader?file=729402&ysclid=mb24raeymn261247914> (дата обращения: 16.05.2025). ISBN 5-902360-03-X.
10. Крюков Ю.А., Чернягин Д.В. ARIMA – модель прогнозирования значений трафика // Информационные технологии и вычислительные системы. 2011. № 2. С. 41–49. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=ozqlr&ysclid=mb24x2si6g12848404> (дата обращения: 16.05.2025).
11. Zinenko A., Stupina A. Financial time series forecasting methods. ITM Web Conf. II International Workshop “Hybrid Methods of Modeling and Optimization in Complex Systems” (HMMOCS-II 2023). 2024. Vol 59. 02005. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=66233311> (дата обращения: 16.05.2025). DOI: 10.1051/itmconf/20245902005.
12. Зиненко А.В. Алгоритм комбинирования моделей ARIMA и GARCH для прогнозирования биржевых котировок // Экономика и менеджмент систем управления. 2024. № 3 (53). С. 32–41. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=69171542> (дата обращения: 16.05.2025).
13. Нильсен Э. Практический анализ временных рядов: прогнозирование со статистикой и машинное обучение. СПб.: ООО «Диалектика», 2021. 544 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://zlib.pub/book/-6eki3jnhbgo0> (дата обращения: 16.05.2025). ISBN 978-5-907365-04-9.
14. Зиненко А.В. R/S анализ на фондовом рынке // Бизнес-информатика. 2012. № 3 (27). С. 156–159. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18030705> (дата обращения: 16.05.2025).
15. Некрасова И.В. Показатель Херста как мера фрактальной структуры и долгосрочной памяти финансовых рынков // Международный научно-исследовательский журнал. 2015. № 7 (88). С. 87–91. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23883343> (дата обращения: 16.05.2025).

УДК 004.89  
DOI 10.17513/snt.40419

## ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГРУПП РИСКА ХРОНИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ СРЕДИ ПАЦИЕНТОВ

<sup>1</sup>Королева Я.А., <sup>2</sup>Родионов А.В.

<sup>1</sup>ОГБУЗ «Иркутская городская клиническая больница № 3», Иркутск;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Байкальский государственный университет», Иркутск,  
e-mail: avr-v@yandex.ru

Хронические неинфекционные заболевания являются важной медико-социальной проблемой, оказывающей существенное влияние на структуру заболеваемости и смертности населения. Актуальность исследования обусловлена необходимостью повышения точности диагностики, персонализации подходов к профилактике и снижению нагрузки на систему здравоохранения. Цель работы – оценка возможности применения современных методов машинного обучения для прогнозирования вероятности развития повышенного артериального давления у взрослых пациентов, наблюдающихся в условиях поликлинического звена. В работе проанализированы обезличенные карты 1843 пациентов. После предварительной обработки, включающей очистку и нормализацию данных, были исследованы следующие алгоритмы: Random Forest, Gradient Boosting, XGBoost, метод К-ближайших соседей и рекуррентная нейронная сеть LSTM. Для верификации качества построенных моделей применялись метрики точности, полноты, F1-мера и ROC-AUC. Результаты апробации показали, что Gradient Boosting и рекуррентная нейронная сеть LSTM наиболее успешно справились с задачей стратификации выборки: пациенты были корректно распределены на группы с отсутствием заболевания, наличием артериальной гипертензии и повышенным риском ее развития. Были показаны ключевые факторы риска – гиперхолестеринемия, неправильное питание и избыток массы тела. Полученные результаты подтверждают целесообразность и перспективность внедрения инструментов машинного обучения, в частности градиентного бустинга и нейросетевых моделей, в клинические информационные системы с целью автоматизированного скрининга артериальной гипертензии и последующего планирования профилактических мероприятий.

**Ключевые слова:** машинное обучение, нейронные сети, медицинская аналитика, хронические заболевания, классификация данных, интеллектуальный анализ данных

## MACHINE LEARNING ALGORITHMS FOR IDENTIFYING CHRONIC DISEASE RISK GROUPS AMONG PATIENTS

<sup>1</sup>Koroleva Ya.A., <sup>2</sup>Rodionov A.V.

<sup>1</sup>Irkutsk City Clinical Hospital № 3, Irkutsk;

<sup>2</sup>Baikal State University, Irkutsk, e-mail: avr-v@yandex.ru

Chronic non-communicable diseases represent a major medical and social challenge, exerting a substantial influence on morbidity and mortality patterns in the population. The relevance of this study lies in the need to improve diagnostic accuracy, personalize preventive strategies, and reduce the burden on the healthcare system. Objective: to assess the feasibility of using modern machine-learning methods to predict the probability of developing elevated blood pressure in adult patients followed up in an outpatient (polyclinic) setting. We analyzed anonymized records of 1,843 patients. After preliminary data processing, including cleansing and normalization, we investigated the performance of the following algorithms: Random Forest, Gradient Boosting, XGBoost, k-Nearest Neighbours, and a recurrent LSTM neural network. Model quality was validated with Accuracy, Recall, F1-score, and ROC-AUC metrics. The results showed that Gradient Boosting and the LSTM network performed best at stratifying the cohort, correctly assigning patients to groups with no disease, existing arterial hypertension, or an elevated risk of its development. Key risk factors identified were hypercholesterolemia, poor diet, and excess body weight. These findings confirm the advisability and promise of integrating machine-learning tools—particularly gradient boosting and neural-network models—into clinical information systems for automated arterial-hypertension screening and subsequent planning of preventive interventions.

**Keywords:** machine learning, neural networks, medical analytics, chronic diseases, data classification, data mining

### Введение

В настоящее время в современной медицине отмечается рост распространенности хронических неинфекционных заболеваний (ХНИЗ), таких как сахарный диабет, сердечно-сосудистая патология, хроническая бронхолегочная патология и др. Эти заболевания оказывают существенное негативное

влияние на продолжительность и качество жизни пациентов.

В свете повсеместной цифровизации и постоянного увеличения объемов медицинских данных методы машинного обучения (ML) представляют собой мощный инструмент для выявления лиц, входящих в группу риска развития ХНИЗ [1, 2]. Точное

и своевременное определение группы риска позволяет улучшить результативность проводимых профилактических мероприятий и повысить эффективность лечебно-диагностического процесса. При этом для обеспечения точности и надежности прогнозов важно подобрать и адаптировать алгоритмы машинного обучения с учетом специфики медицинских данных, разнообразия клинических показателей и наличия пропусков и иных искажений в исходных данных.

**Цель исследования** – построение классификатора и оценки качества классификации пяти алгоритмов – случайного леса, градиентного бустинга, XGBoost, метода k-ближайших соседей и рекуррентной нейронной сети с ячейками долгой краткосрочной памяти (LSTM).

#### Материалы и методы исследования

Для решения задачи классификации в данной работе рассмотрены следующие алгоритмы: Random Forest (RF) – ансамблевый метод, способный обрабатывать нелинейные зависимости, что в свою очередь обеспечивает вывод интерпретируемых результатов через значения важности признаков [3, 4]; Gradient Boosting (GB) – продвинутый алгоритм машинного обучения для решения задач классификации и регрессии. Он строит предсказание в виде ансамбля слабых предсказывающих моделей, которыми в основном являются деревья решений [5, 6]; XGBoost (XGB) представляет собой усовершенствованный градиентный бустинг [7, 8], он достаточно эффективен на малых и несбалансированных выборках; метод K-ближайших соседей (kNN) – простой алгоритм, анализирующий расстояния между точками [9, 10], который подходит для данных с небольшим числом признаков; LSTM – это рекуррентная нейронная сеть, способная учитывать временные зависимости и сложные зависимости между признаками [11, 12] с использованием оп-

тимизатора Adam. Для обучения моделей использован массив эмпирических данных: 1843 записи о взрослых пациентах, наблюдавшихся в ОГБУЗ «Иркутская городская клиническая больница № 3» г. Иркутска в период с 2021 по 2023 г. Собранный датасет содержит различные факторы риска (ФР), представленные в табл. 1, и целевую переменную – диагноз «артериальная гипертензия». Целевая переменная делит пациентов на три класса: Класс 0 (Здоров): пациент не имеет хронического заболевания; класс 1 (Заболевание): установлен диагноз «артериальная гипертензия»; класс 2 (Риск): высокая вероятность постановки диагноза в будущем.

Так как в датасете имеется дисбаланс классов, то в процессе обработки и анализа были использованы следующие операции:

1. Стратифицированное разбиение выборки – сохранение пропорций классов при разделении данных, при этом 70% записей использовалось для обучения, 30% – для тестирования.

2. Метрики, устойчивые к дисбалансу, такие как ROC-AUC и F1-мера.

3. Балансировка весов классов – автоматическое увеличение значимости меньших классов в градиентных методах.

Для проведения исследования было применено следующее программное обеспечение:

1) один из самых популярных языков программирования для машинного обучения и анализа данных – Python;

2) Google Colab – облачная среда для разработки на Python [13], которая особенно удобна для решения ML-задач.

Для нормализации данных использовался *StandardScaler* с целью приведения значений переменных к единому масштабу. Для модели LSTM данные преобразовывались в трехмерный формат (*samples, timesteps, features*), чтобы учесть сложные зависимости.

Таблица 1

Факторы риска

| Переменная             | Описание                             |
|------------------------|--------------------------------------|
| Избыточная масса тела  | Индекс массы тела выше 25            |
| Курение                | Наличие вредной привычки             |
| Алкоголь               | Наличие вредной привычки             |
| Гиподинамия            | Низкий уровень физической активности |
| Нерациональное питание | Нарушение сбалансированности рациона |
| Гиперхолестеринемия    | Повышенный уровень холестерина       |

Источник: составлено авторами.

Для моделей Random Forest, Gradient Boosting, kNN была использована библиотека *Scikit-learn*, улучшенный градиентный бустинг реализован с использованием одноименной библиотеки *XGBoost*, а LSTM (Long Short-Term Memory) реализована с помощью библиотек *TensorFlow* и *Keras* [13].

Для оценки качества классификации моделей применялись следующие метрики [14, 15]:

1. Accuracy – отражает долю правильно прогнозируемых событий относительно их общего числа:

$$\text{Accuracy} = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN},$$

где TP (True Positive) – количество истинно положительных предсказаний (модель правильно определила положительный класс), TN (True Negative) – количество истинно отрицательных предсказаний (модель правильно определила отрицательный класс), FP (False Positive) – количество ложно положительных предсказаний (модель ошибочно определила отрицательный класс как положительный), FN (False Negative) – количество ложно от-

рицательных предсказаний (модель ошибочно определила положительный класс как отрицательный).

2. Recall (Полнота) – доля корректно распознанных положительных событий для каждого класса:

$$\text{Recall}_i = \frac{TP_i}{TP_i + FN_i}, i \in \{0,1,2\}.$$

3. Precision (Точность) – это метрика, которая измеряет, насколько точно модель классифицирует положительные случаи. Она показывает, сколько объектов, предсказанных моделью как положительные, действительно являются положительными.

$$\text{Precision} = \frac{TP}{TP + FP}.$$

4. F1-мера: взвешенное среднее точности и полноты:

$$F1 = 2 \times \frac{\text{Precision} \times \text{Recall}}{\text{Precision} + \text{Recall}}.$$

5. Метрика ROC-AUC отражает среднюю площадь под ROC-кривой [13] для классов (One-vs-Rest):

$$\text{ROC-AUC}_{\text{сред}} = \frac{\text{ROC} - \text{AUC}_0 + \text{ROC} - \text{AUC}_1 + \text{ROC} - \text{AUC}_2}{3}.$$

Таблица 2

Сравнительный анализ метрик оценки.

| Алгоритм          | Accuracy | Recall (сред.) | F1-мера (сред.) | ROC-AUC (сред.) |
|-------------------|----------|----------------|-----------------|-----------------|
| Random Forest     | 0,93     | 0,87           | 0,89            | 0,978           |
| Gradient Boosting | 0,93     | 0,88           | 0,90            | 0,975           |
| XGBoost           | 0,92     | 0,86           | 0,88            | 0,973           |
| kNN               | 0,88     | 0,82           | 0,84            | 0,928           |
| LSTM              | 0,94     | 0,89           | 0,91            | 0,977           |

Источник: составлено авторами.

### Результаты исследования и их обсуждение

В табл. 2 представлены результаты расчета основных метрик по всем моделям. Согласно им, наилучшая модель по пяти метрикам – LSTM, она хорошо справляется с задачами, где важно минимизировать пропуски. В качестве альтернативы высокую эффективность и стабильные результаты показывают Random Forest, Gradient Boosting, XGBoost. kNN показывает худшие результаты по всем метрикам.

На рис. 1–5 представлены графики кривой ROC-AUC, которые позволяют оценить качество срабатывания классификационной модели, где ось X отражает FPR (False Positive Rate) – ложно положительное срабатывание, а ось Y – TPR (True Positive Rate) – истинно положительное срабатывание.

На основе матриц ошибок и значений ROC-AUC для всех моделей можно провести сравнительный анализ ошибок классификации с акцентом на FP (ложно положительные) и FN (ложно отрицательные) ошибки.

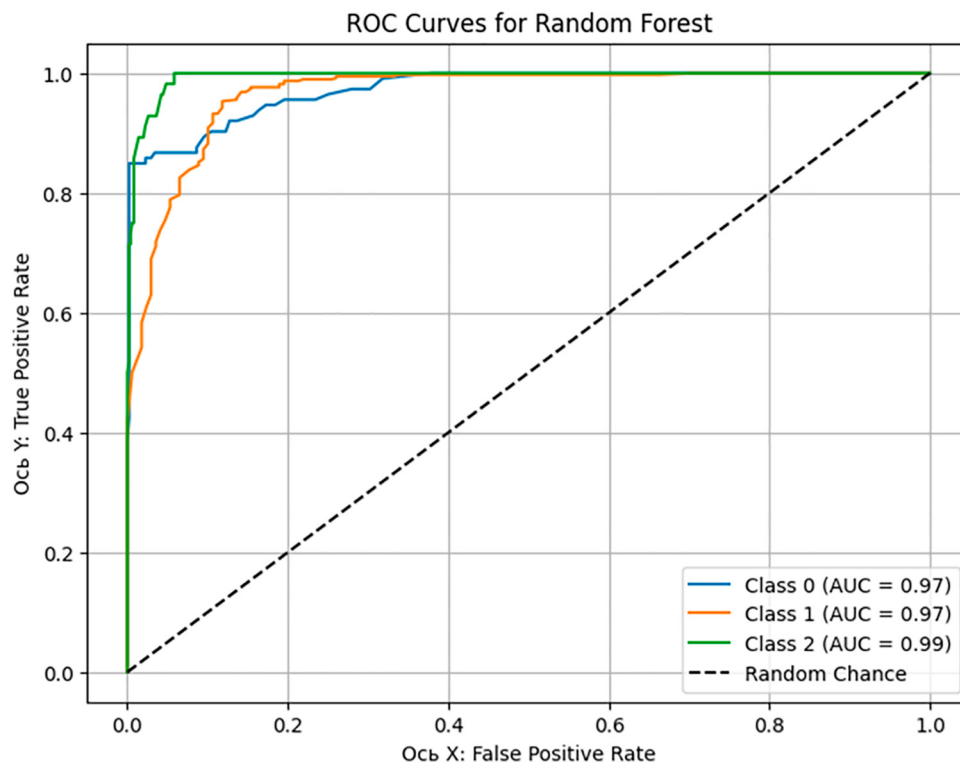


Рис. 1. ROC-AUC кривая модели Random Forest  
Источник: составлено авторами

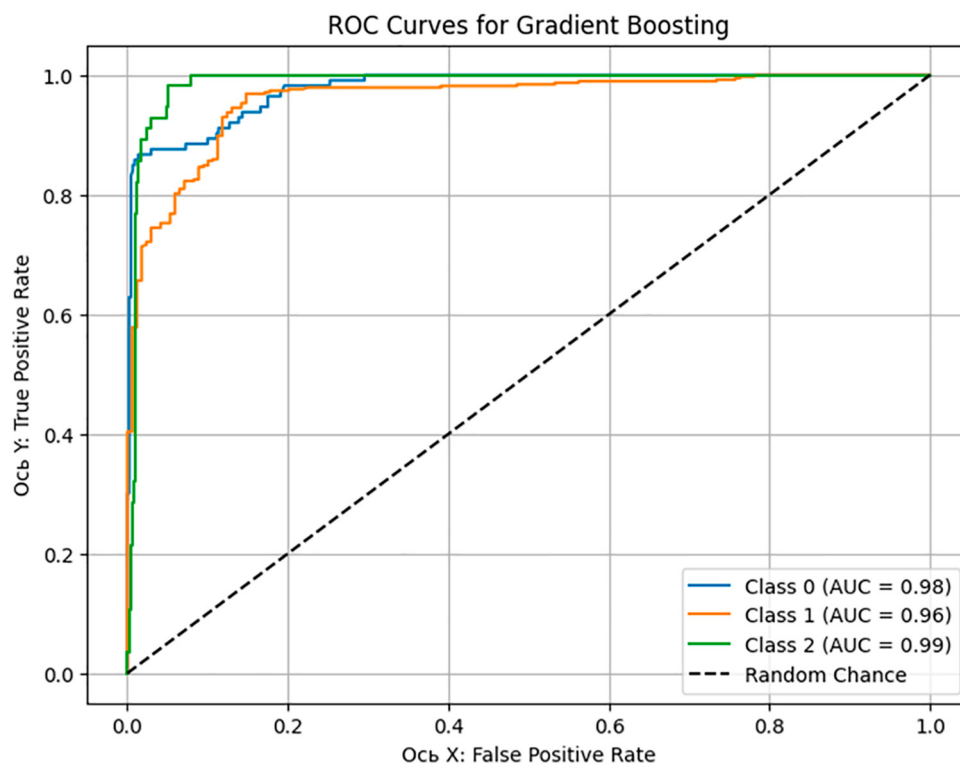


Рис. 2. ROC-AUC кривая модели Gradient Boosting  
Источник: составлено авторами

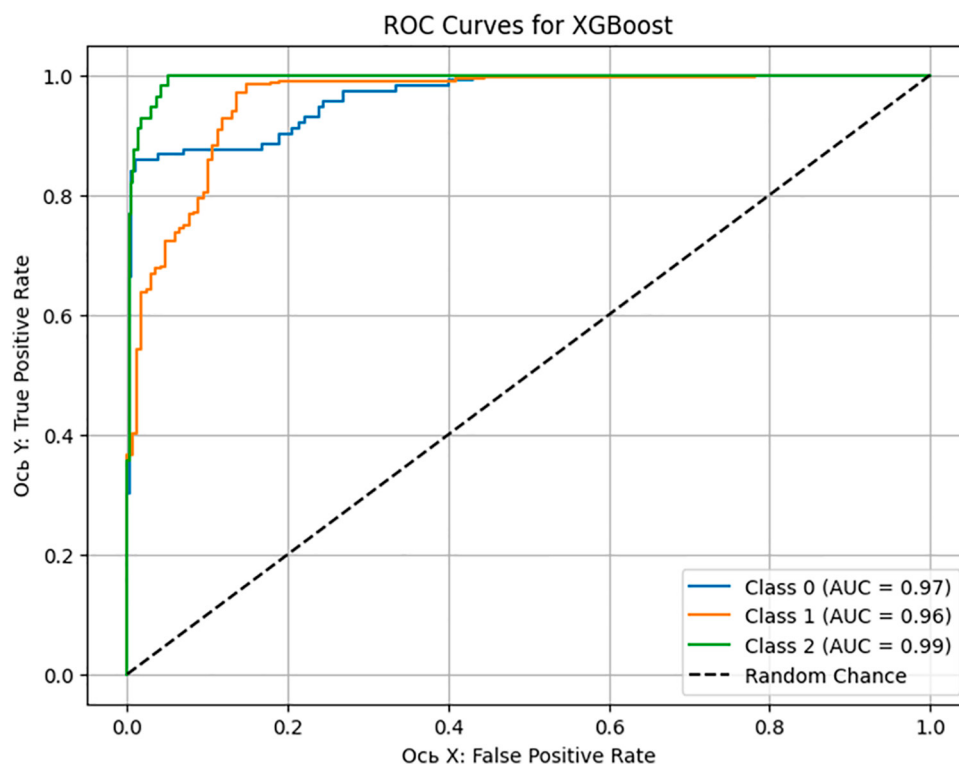


Рис. 3. ROC-AUC кривая модели XGBoost  
Источник: составлено авторами

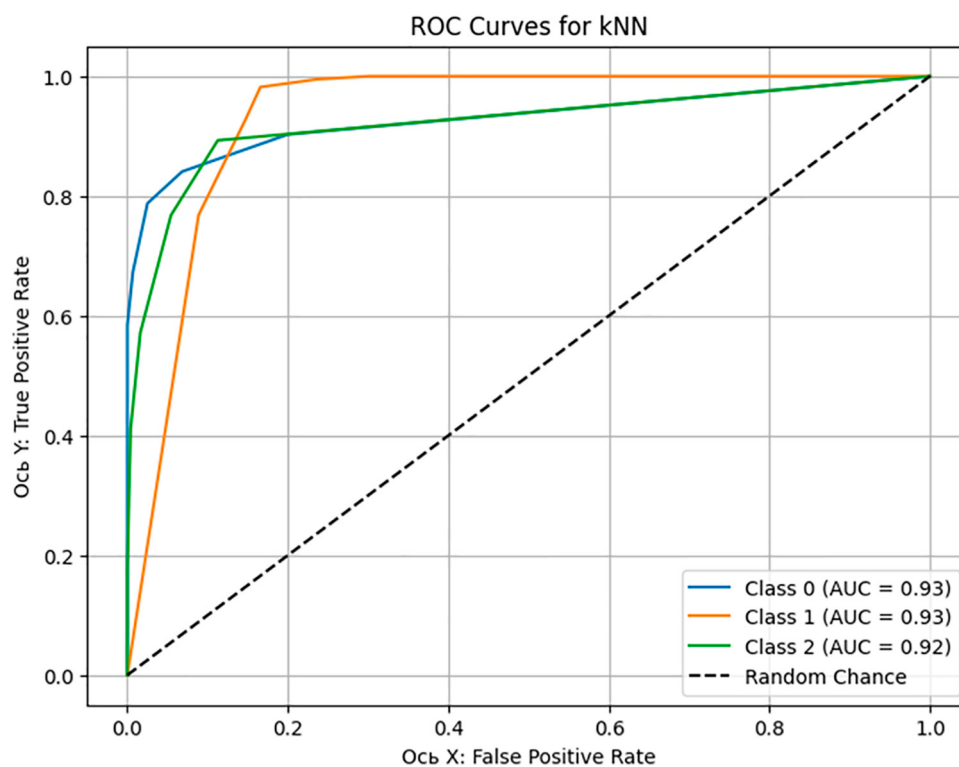


Рис. 4. ROC-AUC кривая модели kNN  
Источник: составлено авторами

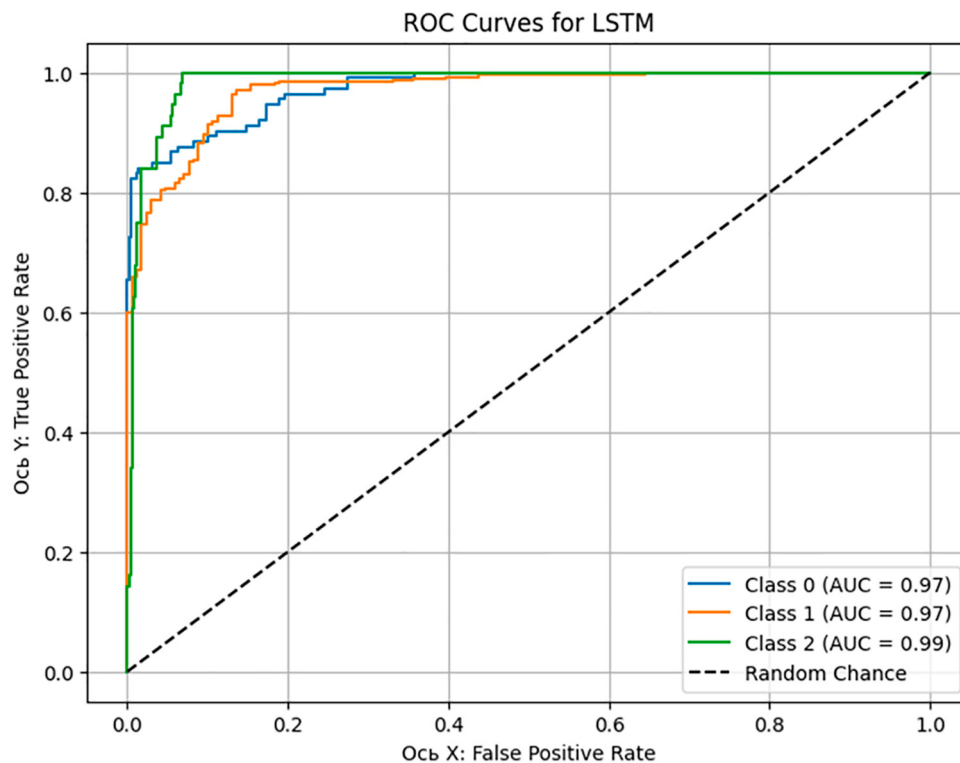


Рис. 5. ROC-AUC кривая модели LSTM

Источник: составлено авторами

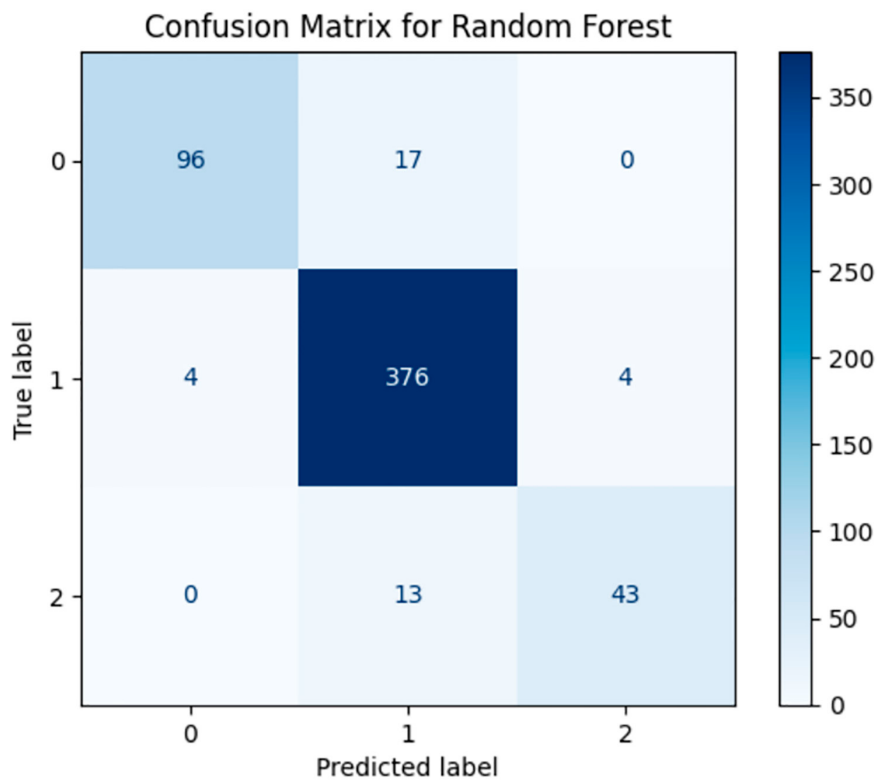


Рис. 6. Матрица ошибок модели Random Forest

Источник: составлено авторами

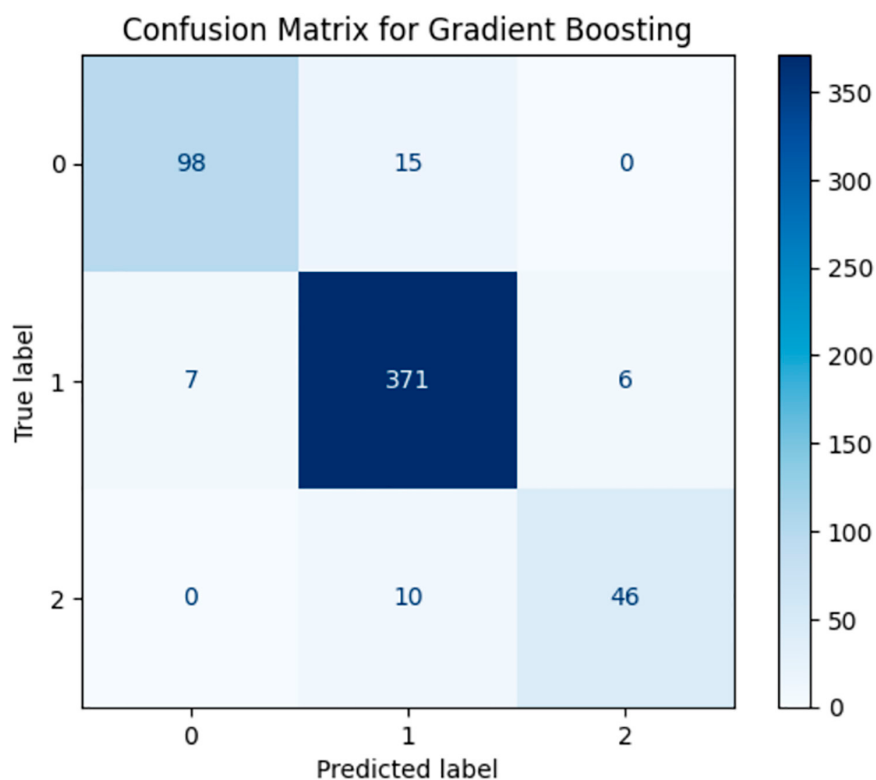


Рис. 7. Матрица ошибок модели Gradient Boosting  
Источник: составлено авторами

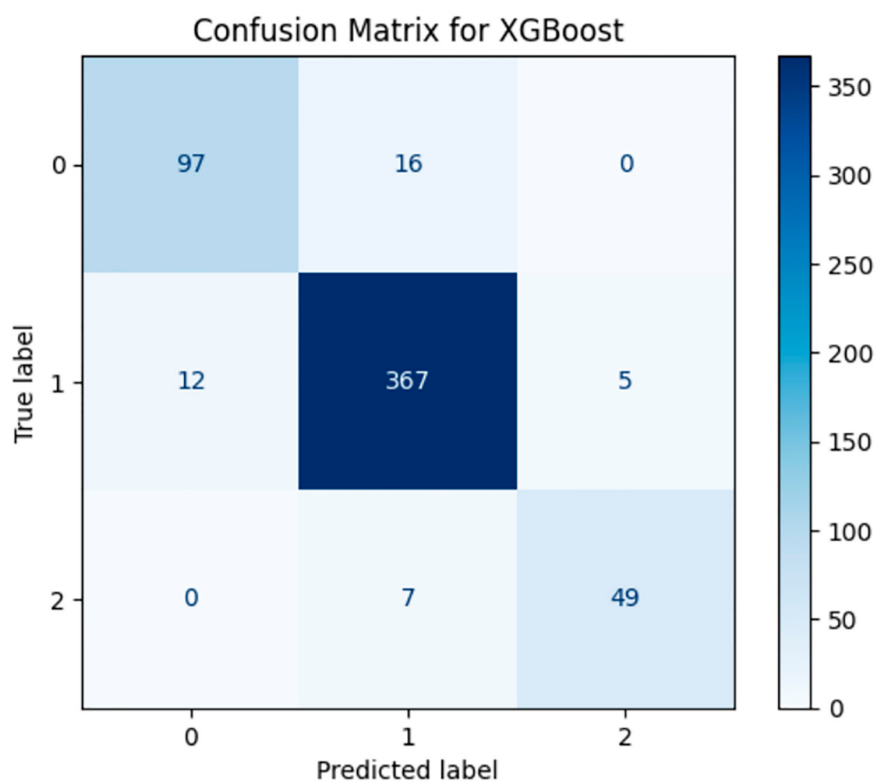
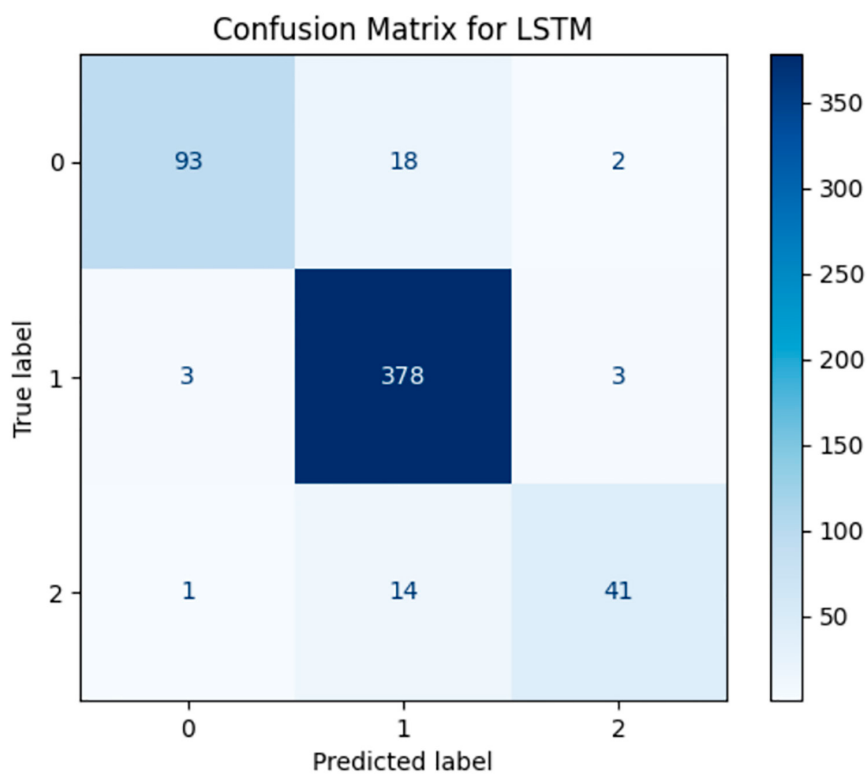
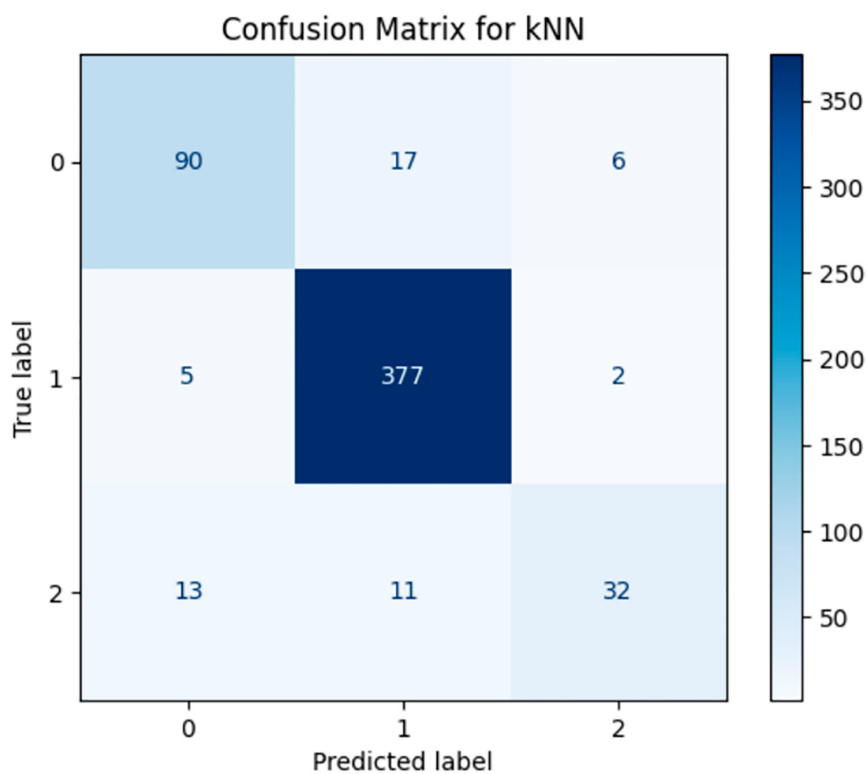


Рис. 8. Матрица ошибок модели XGBoost  
Источник: составлено авторами



*Рис. 9. Матрица ошибок модели kNN  
Источник: составлено авторами*



*Рис. 10. Матрица ошибок модели LSTM  
Источник: составлено авторами*

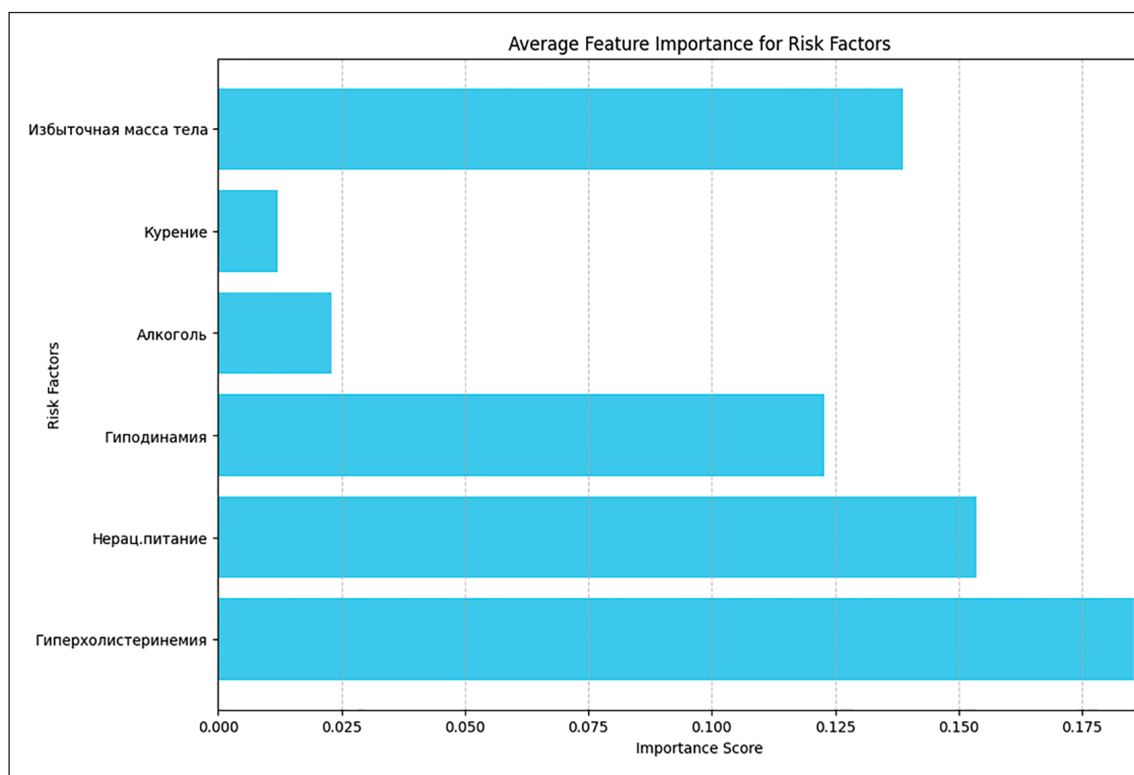


Рис. 11. Средняя важность факторов риска  
Источник: составлено авторами

Для решения поставленной задачи, с использованием алгоритмов машинного обучения, анализ данных метрик является важным этапом, при этом высокое значение FN более критично, чем FP, так как это ведет к пропуску диагностики пациентов, требующих внимания (высокое значение FP приводит к лишним и часто ненужным медицинским вмешательствам). На рис. 6–10 приведены матрицы ошибок, рассчитанные на основе тестовой выборки (30% от исходного датасета).

Анализ моделей показал, что универсального идеального алгоритма не существует, выбор метода зависит от целей применения. Для диагностики больных пациентов (класс 1) Gradient Boosting и LSTM является хорошим выбором благодаря высокой точности и минимальным FN-ошибкам. С прогнозированием группы риска (класс 2) лучше прочих справились Gradient Boosting и XGBoost, что делает их применимыми в задачах профилактической медицины. Для общей классификации Random Forest остается неплохим вариантом, однако возможная путаница между классами 1 и 2 затрудняет четкое разделение больных и предрасположенных к заболеванию пациентов. Метод kNN показал

низкую эффективность и не рекомендуется для решения данной задачи.

Для моделей можно оценить значимость факторов в классификации. Важность рассчитывается различными способами для моделей: через разбиения деревьев, частоту использования признаков или путем перестановочных оценок. На рис. 11 приведена усредненная гистограмма оценки важности факторов риска.

Наиболее значимыми факторами риска оказались гиперхолестеринемия, нерациональное питание и избыточная масса тела.

### Заключение

Результаты проведенного исследования продемонстрировали хорошую эффективность применения алгоритмов машинного обучения для прогнозирования групп риска ХНИЗ. В условиях цифровизации медицины и накопления большого количества медицинских данных такие методы позволяют автоматизировать процесс предварительной диагностики и прогнозирования заболеваний, а также повышать качество и скорость принятия врачебных решений.

В ходе исследования были протестированы пять алгоритмов машинного обучения: Random Forest, Gradient Boosting, XGBoost,

kNN и LSTM. На основе анализа базовых метрик лидирующие позиции занимают следующие модели: Gradient Boosting и LSTM. Они демонстрируют достаточную точность для решения задач классификации. Random Forest, Gradient Boosting и XGBoost обеспечили хорошую интерпретируемость факторов риска. Метод kNN показал наихудшие результаты, особенно в отношении прогнозирования группы риска, что делает его наименее подходящим для данной задачи.

Таким образом, использование ансамблевых методов (Gradient Boosting, XGBoost) и нейросетевых подходов (LSTM) является наиболее оправданным для задач медицинского прогнозирования, а использование более объемных и разнообразных медицинских данных (например, данных лабораторной диагностики и дополнительных исследований – МРТ и КТ) позволит решать более сложные задачи скоринговой диагностики заболеваний. Внедрение технологий машинного обучения в сферу здравоохранения является перспективным направлением, способствующим повышению эффективности медицинской диагностики и улучшению качества жизни пациентов.

#### Список литературы

1. Жукова Т.В., Шатов А.Ю., Ушакова А.А., Зверева О.В., Бондаренко М.А. Методы машинного обучения компьютерных программ для целей профилактической медицины // Актуальные вопросы гигиены и диетологии на современном этапе: материалы 5-й Всероссийской научно-практической конференции (Ростов-на-Дону, 15 февраля 2024 г.). Ростов-на-Дону: Ростовский государственный медицинский университет, 2024. С. 117–121. EDN: CXEMMO.
2. Степанян И.В., Алимбаев Ч.А., Савкин М.О., Лю Д., Зидун М. Сравнительный анализ методов машинного обучения для прогнозирования болезней сердца // Проблемы машиностроения и автоматизации. 2022. № 2. С. 84–95. DOI: 10.52261/02346206\_2022\_2\_84.
3. Breiman L. Random Forests // Machine Learning. 2001. Vol. 45, Is. 1. P. 5–32. DOI: 10.1023/A:1010933404324.
4. Носова Г.С., Абдуллин А.Х. Машинное обучение на основе непараметрического и нелинейного алгоритма Random Forest (RF) // Инновации. Наука. Образование. 2021. № 35. С. 33–39. URL: <https://innovjourn.ru/number/35-number/> (дата обращения: 01.04.2025). EDN: HXWMCZ.
5. Friedman J.H. Greedy Function Approximation: A Gradient Boosting Machine // Annals of Statistics. 2001. Vol. 29, Is. 5. P. 1189–1232. DOI: 10.1214/aos/1013203451.
6. Семашкин Н.М. Разработка алгоритма градиентного бустинга со случайными поворотами признаков пространства для решения задачи классификации // Молодежный вестник ИрГТУ. 2018. Т. 8. № 2. С. 17–22. URL: <http://мвестник.рф/journals/2018/02/articles/03> (дата обращения: 01.04.2025).
7. Chen T., Guestrin C. XGBoost: A Scalable Tree Boosting System // Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD '16). 2016. P. 785–794. DOI: 10.1145/2939672.2939785.
8. Ананенков В.А. Применение XGBoost для решения задач классификации // Инновации. Наука. Образование. 2020. № 24. С. 1663–1669. URL: <https://innovjourn.ru/number/24-number> (дата обращения: 01.04.2025).
9. Dudani S.A. The Distance-Weighted k-Nearest-Neighbor Rule. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics. 1976. Vol. SMC-6, Is. 4. P. 325–327. DOI: 10.1109/TSMC.1976.5408784.
10. Родионов А.В., Ищенко К.Л. Исследование влияния параметров алгоритма k-ближайших соседей на метрики качества моделей // System Analysis and Mathematical Modeling. 2024. Т. 6. № 2. С. 251–262. DOI: 10.17150/2713-1734.2024.6(2).251-262.
11. Свекольников Е.А., Пановский В.Н. Обзор open-source библиотек для решения задач прогнозирования временных рядов // Моделирование и анализ данных. 2024. Т. 14. № 2. С. 45–61. DOI: 10.17759/mda.2024140203.
12. Павленко Д.В., Татарис Ш.Э., Овчаренко В.В. Применение глубокого обучения в интерфейсах мозг – компьютер для распознавания движений // Программные продукты и системы. 2024. Т. 37. № 2. С. 164–169. DOI: 10.15827/0236-235X.142.164-169.
13. Bisong E. Building Machine Learning and Deep Learning Models on Google Cloud Platform: A Comprehensive Guide for Beginners. Berkeley, CA: Apress, 2019. 619 p. DOI: 10.1007/978-1-4842-4470-8.
14. Bishop C.M. Pattern Recognition and Machine Learning. New York: Springer, 2006. 738 p. DOI: 10.1007/978-0-387-45528-0.
15. Powers D.M.W. Evaluation: From Precision, Recall and F-Measure to ROC, Informedness, Markedness & Correlation // Journal of Machine Learning Technologies. 2011. Vol. 2, Is. 1. P. 37–63. URL: <https://arxiv.org/abs/2010.16061> (дата обращения: 01.04.2025). DOI: 10.9735/2229-3981.

УДК 519.688  
DOI 10.17513/snt.40420

## ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПРОЦЕССОВ БЮДЖЕТНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ В ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Крошили А.В., Крошили С.В., Саморукова О.Д.

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина»,  
Рязань, e-mail: samorukova.od@yandex.ru

Целью исследования является сокращение расхождений между плановыми и фактическими расходами в медицинских бюджетных учреждениях, а также сокращение времени на корректировку бюджета. Статья посвящена анализу особенностей бюджетирования в медицинских организациях, где необходимо учитывать специфические факторы: высокую степень регулирования, социальную направленность, зависимость от государственного финансирования и внезапные кризисы (например, пандемии). Рассмотрены современные подходы к интеграции цифровых технологий, таких как искусственный интеллект, в процессы финансового управления. Предложен подход к управлению распределением ресурсов, учитывающий динамичные внешние условия, такие как изменения в законодательстве, миграционные потоки и внедрение новых медицинских технологий. Особое внимание уделено балансу между экономической эффективностью и выполнением социальной миссии здравоохранения, включая механизмы распределения бюджета между профилактикой, первичной помощью и стационарным лечением. Предложена архитектура автоматизированной информационной системы лечебно-профилактических учреждений, объединяющей финансовые, клинические и операционные данные в едином цифровом пространстве. Практическая значимость работы заключается в возможности адаптации предложенных решений для государственных и частных медицинских учреждений, а также в формировании основ для создания интеллектуальных систем поддержки принятия управленческих решений. Результаты исследования способствуют переходу от традиционного классического бюджетирования к гибкому, динамичному управлению ресурсами, обеспечивающему устойчивость медицинских организаций в условиях неопределенности.

**Ключевые слова:** организационная система медицинского назначения, прогнозирование бюджета, нейронная сеть, эконометрическое моделирование, гибкое бюджетирование в медицинских учреждениях, бюджетирование

## MANAGEMENT OF BUDGET PLANNING AND FORECASTING PROCESSES IN ORGANIZATIONAL MEDICAL SYSTEMS

Kroshilin A.V., Kroshilina S.V., Samorukova O.D.

The Ryazan State Radio Engineering University named after V.F. Utkin,  
Ryazan, e-mail: samorukova.od@yandex.ru

The article is devoted to the analysis of budgeting features in medical organizations, where it is necessary to take into account specific factors: a high degree of regulation, social focus, dependence on public funding and sudden crises (for example, pandemics). Modern approaches to the integration of digital technologies, such as artificial intelligence, into financial management processes are considered. An approach to managing the allocation of resources is proposed that takes into account dynamic external conditions, such as changes in legislation, migration flows and the introduction of new medical technologies. Particular attention is paid to the balance between economic efficiency and the fulfillment of the social mission of healthcare, including mechanisms for distributing the budget between prevention, primary care and inpatient treatment. The architecture of an integrated decision-making support system is proposed, combining financial, clinical and operational data in a single digital space. The practical significance of the work lies in the possibility of adapting the proposed solutions for public and private medical institutions, as well as in forming the basis for creating intelligent decision-making support systems. The results of the study contribute to the transition from traditional classical budgeting to flexible, dynamic resource management, ensuring the sustainability of medical organizations in conditions of uncertainty.

**Keywords:** organizational system of medical appointment, budget forecasting, econometric modeling, neural network, budgeting

### Введение

Организационные системы медицинского назначения (ОСМН) являются частью автоматизированных информационных систем лечебно-профилактических учреждений (ЛПУ) и представляют собой комплекс взаимосвязанных структур, процессов и

ресурсов, направленных на планирование, организацию и реализацию деятельности по обеспечению общественного здоровья и оказанию медицинской помощи населению. ОСМН охватывают различные уровни управления: от местных поликлиник до федеральных министерств здравоохранения.

ранения; включают клиники, больницы, лаборатории, службы скорой помощи, аптеки, страховые компании и научно-исследовательские институты [1; 2]. Основная цель таких систем – удовлетворение потребностей населения в медицинских услугах, независимо от их экономического положения. Это требует баланса между коммерческой эффективностью и выполнением социальных обязательств, а бюджетирование служит инструментом реализации этой цели.

Управление бюджетными процессами играет ключевую роль в обеспечении устойчивости, эффективности и социальной значимости организационных систем здравоохранения. Оно позволяет сбалансировать экономические, клинические и социальные цели, обеспечивая доступность и качество медицинских услуг в условиях ограниченных ресурсов и внешних вызовов [3].

Актуальность и постановка проблемы. В условиях растущих требований к качеству и доступности медицинской помощи управление бюджетными процессами в медицинских учреждениях (МУ) приобретает стратегическое значение. Современные вызовы, такие как старение населения, увеличение числа хронических заболеваний, внезапные кризисы (пандемии, миграционные волны) и технологические изменения, требуют гибкого и научно обоснованного подхода к распределению ограниченных ресурсов. Традиционные методы бюджетирования, основанные на статичных планах и упрощенных прогнозах, часто не справляются с динамичностью внешней среды, что приводит к дефициту лекарств, перегрузке персонала и снижению качества услуг. Особенно остро эта проблема стоит в государственных учреждениях, где бюджетная зависимость сочетается с необходимостью выполнения социальных обязательств.

В то же время развитие цифровых технологий открывает новые возможности для совершенствования механизмов расходования бюджетных средств. Методы искусственного интеллекта, машинного обучения, анализа больших данных позволяют повысить точность прогнозирования нагрузки на систему здравоохранения, автоматизировать распределение средств и обеспечить прозрачность финансовых потоков. Однако их внедрение в практику бюджетного управления остается недостаточно изученным, особенно в условиях российской системы здравоохранения, где существует специфика регулирования, зависимость от ОМС и региональные особенности финансирования.

Таким образом, разработка и внедрение интегрированной модели бюджетирования,

сочетающей эконометрические методы, ИИ-аналитику и гибкие механизмы управления ресурсами, становится актуальной задачей, способной устранить разрыв между традиционными практиками и современными потребностями системы здравоохранения.

**Целью исследования** является сокращение расхождений между плановыми и фактическими расходами в медицинских бюджетных учреждениях на 15–25%, а также сокращение времени на корректировку бюджета на 5-10% после внедрения модели.

Научная новизна заключается в применении нового подхода к прогнозированию исполнения бюджета предприятия, объединяющего эконометрические модели, машинное обучение и цифровые платформы в едином цикле управления ресурсами. Особое внимание уделяется балансу между экономической эффективностью и социальной справедливостью, что актуально для системы здравоохранения в условиях ограниченных бюджетных средств.

Практическая значимость: результаты исследования могут быть использованы для совершенствования бюджетного управления в медицинских учреждениях.

Основные статьи расходов в медицинских бюджетных учреждениях (МБУ) обычно связаны с персоналом, оборудованием, медикаментами, административными расходами и профилактикой, которые зависят от государственного финансирования, в связи с чем необходимо учитывать специфику функционирования МБУ, соблюдая регламенты и нормативы.

Важными задачами прогнозирования финансовой и экономической деятельности ЛПУ являются задача прогнозирования предполагаемых поступлений и выплат, оценка вероятности появления дефицита и развития сценария, приводящего к невыполнению запланированных ключевых экономических показателей, а также разработка мероприятий по предотвращению развития неблагоприятных событий. Данные задачи являются ключевыми для бюджетирования в частности и управленческой деятельности АИС ЛПУ в целом, решение которых невозможно без оперативного прогностического управления доходами и расходами.

Для любого бюджетного учреждения существует так называемый бюджетный цикл, представляющий собой комплекс процессов планирования, исполнения, контроля и анализа финансовых ресурсов, направленных на обеспечение устойчивости и эффективности деятельности организации (рис. 1) [4].

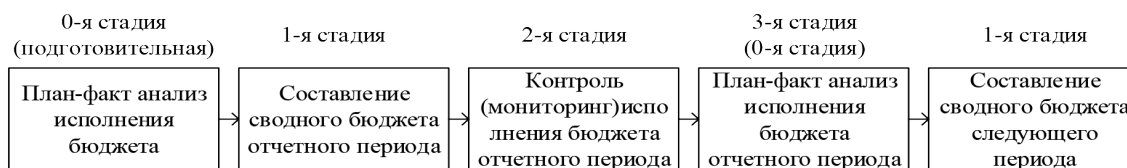


Рис. 1. Стадии бюджетного цикла

В идеале бюджетный процесс медицинского предприятия должен носить непрерывный характер. Это означает, что формирование бюджета на следующий период должно происходить одновременно с анализом исполнения бюджета текущего периода. Таким образом, завершающая (3-я стадия) одного бюджетного цикла предыдущего периода является подготовительной (0-й стадией) бюджетного цикла следующего периода. Чтобы обеспечить непрерывность процесса, необходимо разработать четкую методологию проведения «сквозного» план-факт анализа исполнения бюджета. Так как план-факт анализ проводится для внутренних потребностей учреждения, то методика его проведения разрабатывается индивидуально для каждого ЛПУ. Как правило, проводят следующие виды анализа: доходов (источники и структура), затрат (причем именно на основе этого анализа формируются бюджетные показатели на планируемый период, а план-факт анализ становится отправной и завершающей точкой бюджетного цикла), оборотных средств, финансовых результатов, инвестиций [4].

### Материалы и методы исследования

Перед проведением анализа управленческим персоналом ЛПУ на основании экспертных знаний устанавливается уровень существенности отклонений, так, отклонения меньше 5% могут быть признаны несущественными, отклонения от 5% до 10% – умеренными, требующими выявления причин, отклонения от 10% до 20% – существенными, требующими корректировки стратегии деятельности ЛПУ, отклонения свыше 20% – критическими, требующими принятия незамедлительных управленческих решений [5]. По итогам проведения план-факт анализа текущего периода может быть скорректирован перечень показателей, а также пороговые уровни существенности.

Прогнозирование в автоматизированных информационных системах медицинского назначения является комплексом действий, включающих деятельность, направленную на формирование количественных и качественных характеристик исследуемого объекта в краткосрочной, среднесрочной

и долгосрочной перспективе, осуществляемую в условиях полной или частичной неопределенности, связанной с предугадыванием возможных рисков и оценкой их влияния на исследуемый объект [6].

Процесс формирования прогнозного бюджета в медицинских организационных системах включает в себя несколько основных этапов: подготовка целевого годового бюджета, составление отчета о фактическом исполнении бюджета за прошедший период, формирование годового бюджета на основе фактических данных, принятие решения о необходимости корректировки целевого годового бюджета, подготовка версии годового бюджета под названием «Прогноз» [7].

Была разработана интегрированная прогнозная модель (ИПМ), которая позволяет учесть специфику МБУ, а также обеспечивает экономическую выгоду путем аргументированного подтверждения произведенных затрат.

Исходные данные для ИПМ включают: исторические данные за выбранный период; данные о доходах и расходах; клинические показатели; демографические данные; сезонные колебания заболеваемости и экономические индикаторы (инфляция, изменения тарифов ОМС).

Предобработка включает в себя: устранение пропусков и аномалий; нормализацию данных; формирование признаков (напр., лаговые переменные для учета сезонности) [8; 9].

В системе были использованы следующие методы для осуществления прогнозирования: классические эконометрические модели, такие как ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) для учета временных рядов, регрессионный анализ для установления зависимостей бюджета от различных факторов и метод экспоненциального сглаживания (ETS) для учета сезонных колебаний, и методы машинного обучения Reinforcement Learning (RL) для автоматического перераспределения средств между статьями расходов, а также ансамбли моделей для комбинации подходов с целью повышения точности [10; 11]. Сценарный анализ и управление рисками используют генера-

тивные модели (GAN) для создания сценариев пандемий или кризисов [12; 13], а метод Монте-Карло используется для оценки вероятности дефицита бюджета [14; 15].

Архитектура системы ИПМ МБУ (предложена авторами) разбита на ключевые модули с указанием потоков данных и управления и представлена на рисунке 2 [2].

Экономический расчет включает расчет показателей ROI, MAPE,  $R^2$  для оценки эффективности функционирования МБУ. Проверка точности прогноза осуществляется посредством сравнения метрик с целевыми значениями ( $MAPE \leq 10\%$ ,  $R^2 \geq 0$ ).

Разработана система интеграции (рис. 3) [1; 6].

Для расчёта использованы данные государственной поликлиники (табл. 1).

Полученные значения показателей с применением ИПМ показаны в таблице 2.

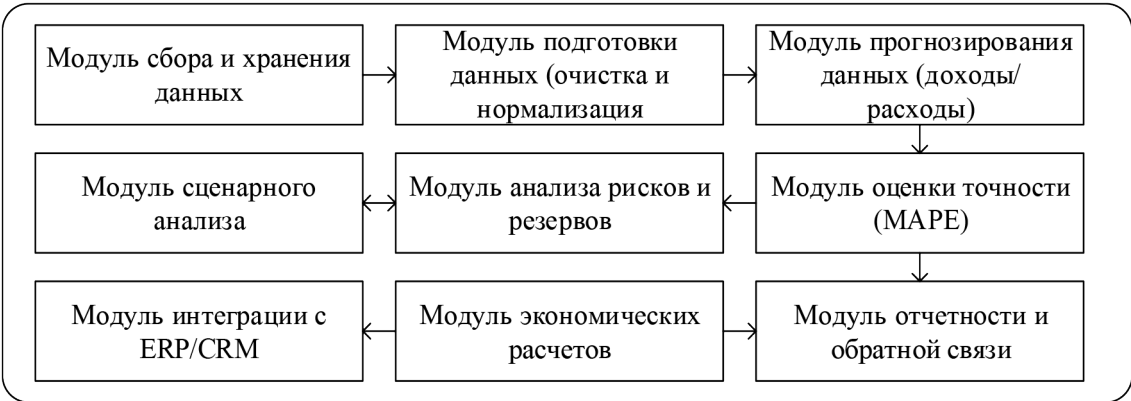


Рис. 2. Архитектура системы ИПМ МБУ

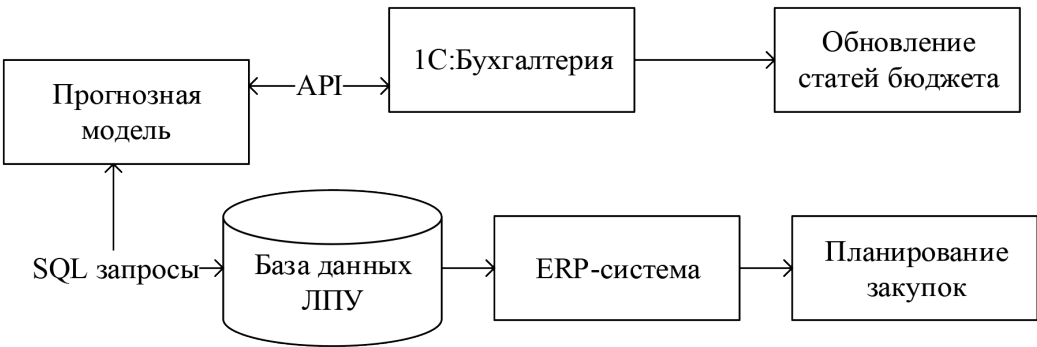


Рис. 3. Система интеграции данных разработанной прогнозной модели

Таблица 1

| Исходные данные для расчета |                             |                    |                |              |                  |            |                        |
|-----------------------------|-----------------------------|--------------------|----------------|--------------|------------------|------------|------------------------|
| Год                         | Доходы (млн руб.)           | Расходы (млн руб.) | Пациенты, чел. | Инфляция (%) | Тариф ОМС (руб.) | Ошибка (%) | Время на прогноз (дни) |
| 2021                        | 78,2                        | 72,1               | 10 200         | 2,3          | 1 850            | 12,3       | 14                     |
| 2022                        | 80,5                        | 74,0               | 10 500         | 2,5          | 1 850            | 12,3       | 14                     |
| 2023                        | 92,4                        | 88,7               | 13 100         | 7,0          | 2 100            | 12,3       | 14                     |
| Запланированные показатели  |                             |                    |                |              |                  |            |                        |
| 2024                        | Рост цен на медикаменты +9% |                    | 13500          | 7,5          | 2150             |            |                        |

Таблица 2

Результаты прогноза на 2024 год

| Год  | Прогноз доходов (млн руб.) | Прогноз расходов (млн руб.) | Отклонение (%) | Факт (млн руб.) | Ошибка (%) | Время на прогноз (дни) |
|------|----------------------------|-----------------------------|----------------|-----------------|------------|------------------------|
| 2024 | 95,6                       | 93,2                        | +2,5%          | 97,1            | 1,5%       | 1                      |

Сравнение с историческими данными. Средняя ошибка при ручном расчете в 2021-2023 гг. составила 12,3%, а с применением ИПМ – 1,5%, максимальное отклонение в первом случае составило 18,7%, а с применением ИПМ – 2,1%, время на прогноз при ручном расчете в 2021-2023 гг. составило 14 дней, с использованием ИПМ – 1 день.

Снижение ошибки расчетов дает экономию:  $(12,3\% - 1,5\%) \times 120$  млн руб. годового бюджета = 12,96 млн руб./год. Точно спрогнозированные расходы на медикаменты дают экономию 3,2 млн руб./квартал.

#### Результаты исследования и их обсуждение

Разработанная интеграционная модель прогнозирования бюджетирования для медицинского бюджетного учреждения демонстрирует высокую эффективность в условиях ограниченных ресурсов и динамичных внешних факторов.

Гибкость в условиях кризиса: время корректировки бюджета сокращено на 16,7% с 30 до 5 дней благодаря динамическому управлению резервным фондом на основе обучения с подкреплением.

Точность прогнозирования: модель демонстрирует высокую адаптивность к сезонным колебаниям заболеваемости и изменениям в законодательстве, что подтверждается метриками  $R^2$  0,92 и MAPE  $\leq 8,1\%$ .

#### Заключение

Исследование было направлено на решение проблемы сокращения отклонений между запланированными и реальными расходами в медицинских бюджетных учреждениях, а также минимизацию временных затрат на коррекцию бюджета.

Разработан новый подход к распределению ресурсов, адаптируемый к изменениям внешней среды. Научная новизна работы состоит в разработке модели управления медицинскими организациями, сочетающей экономические интересы и социальные обязательства, что создает предпосылки для перехода от статичного планирования к динамичной, устойчивой практике управления ресурсами.

Практическая значимость заключается в возможности масштабирования модели на региональный и федеральный уровни, что позволит повысить устойчивость системы здравоохранения к кризисам, снизить административные издержки за счет цифровизации, усилить социальную миссию через целевое распределение ресурсов.

Таким образом, предложенная модель становится научной и практической основой для трансформации управления процессами бюджетного планирования и прогнозирования в организационных системах медицинского назначения, обеспечивая баланс между экономическими, клиническими и социальными целями в условиях ограниченных ресурсов и растущих потребностей населения.

#### Список литературы

1. Попова А.А., Крошилин А.В., Крошилина С.В. Интеллектуальная поддержка принятия управленческих решений в организационных системах распределения задач между сотрудниками // Современные наукоемкие технологии. 2024. № 12. С. 55-60. DOI: 10.17513/snt.40244.
2. Жулёва С.Ю., Крошилин А.В., Крошилина С.В. Поддержка принятия управленческих медицинских решений и природа неопределенности в них / Биомедицинская радиоэлектроника. 2021. Т. 24. № 4. С. 89-96. DOI: 10.18127/j15604136-202104-12.
3. Тютин Д.В., Лесина Т.В. Развитие методик бюджетирования в системе здравоохранения // Вестник Евразийской науки. 2019. № 3. URL: <https://esj.today/PDF/42ECVN319.pdf> (дата обращения: 04.02.2025).
4. Артющенко О.Г. Способы оптимизации бюджетирования в целях управления бизнес-процессами организации // Экономические науки. 2023. № 12 (229). С. 507-515. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=62700125> (дата обращения 03.03.2025).
5. Зломанова Е.А. Методы контроля исполнения бюджета в коммерческих организациях // Бизнес-образование в экономике знаний. 2022. № 2 (22). С. 27-31 URL: <https://bibs-science.ru/articles/ar1459.pdf> (дата обращения: 04.02.2025).
6. Балацкий Е.В., Юревич М.А. Использование нейронных сетей для прогнозирования инфляции: новые возможности // Вестник УрФУ. Серия экономика и управление. 2018. Т. 17. № 5. С. 823-838. DOI: 10.15826/vestnik.2018.17.5.037.
7. Саморукова О.Д., Крошилин А.В., Крошилина С.В., Жулева С.Ю. Задачи разработки систем медицинского назначения при выборе схемы медикаментозного лечения // Вестник РГРТУ. 2024. № 88. С. 106-114. DOI: 10.21667/1995-4565-2024-88-106-114 URL: <https://vestnik.rsreu.ru/ru/archive/2024/vypusk-88/1517-vypusk-88> (дата обращения: 04.02.2025).

8. Соловьева Ю.С., Грекова Т.И. Моделирование экономических процессов с применением нейросетевых технологий: Вестник ТГУ. 2009. №1 (6). С. 49-58. EDN: JBSUJF. URL: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_11968832\\_90642068.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_11968832_90642068.pdf) (дата обращения: 04.02.2025).
9. Чувахин П.И. Интеллектуальная система оптимизации производственных процессов на основе нейронных сетей для повышения эффективности предприятий АПК в России // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2024. № 11. С. 51-59. DOI: 10.31442/0235-2494-2024-0-11-51-59. EDN: IQDIYK.
10. Мякишева М.А. Применение искусственного интеллекта для анализа и оптимизации финансовых потоков // Путеводитель предпринимателя. 2025. Т. 18. № 1. С. 15-23. DOI: 10.24182/2073-9885-2025-18-1-15-23. EDN: XTBXDO.
11. Конюхова О.В., Лапочкина К.С. Применение нейронных сетей в экономике и актуальность их использования при составлении краткосрочного прогноза бюджета // Информационные ресурсы, системы и технологии. 2012. № 1 (спецвыпуск «ИТНОП-2012»). С. 17-19. URL: <https://irsit.ru/article150> (дата обращения: 04.02.2025).
12. Часовских В.П., Кох Е.В., Сахно А.С. Программные средства информационных систем, технологии ИИ для больших данных // Академический исследовательский журнал. 2025. Т. 3. № 1. С. 197-208. DOI: 10.25726/x7412-7148-4266-h. EDN: LEETQG.
13. Галкин В.А., Гавриленко Т.В., Смородинов А.Д. Некоторые аспекты аппроксимации и интерполяции функций искусственными нейронными сетями // Вестник КРАУНЦ. Физ.-мат. науки. 2022. Т. 38. № 1. С. 54-73. DOI: 10.26117/2079-6641-2022-38-1-54-73.
14. Braun J., Griebel M. On a Constructive Proof of Kolmogorov's Superposition Theorem // Constructive Approximation. 2009. Vol. 30. № 3. P. 653-675. DOI: 10.1007/s00365-009-9054-2. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00365-009-9054-2> (дата обращения: 04.02.2025).
15. Дударов С.П., Папаев П.Л., Маркин И.С. Интерполирование одномерных и многомерных нелинейных зависимостей искусственными нейронными сетями радиально-базисных функций. Анализ влияния выбора активационной функции на интерполирующую способность // Современные наукоемкие технологии. 2023. № 2. С. 45-52. DOI: 10.17513/snt.39522. EDN: RWSFAE.

УДК 004.942

DOI 10.17513/snt.40421

## ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МОДЕЛИ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ НАГРЕВОМ РУДНОГО МАТЕРИАЛА ПО КРИТЕРИЮ РАСХОДА ТОПЛИВА

<sup>1</sup>Незамаев С.В., <sup>2</sup>Воробьев М.С., <sup>2</sup>Орехов В.А., <sup>2</sup>Бобков В.И., <sup>2</sup>Быков А.А.<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», Москва;<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Смоленский филиал,  
Смоленск, e-mail: fundukoff@mail.ru

В данной статье представлена содержательная постановка задачи математического моделирования оптимального управления нагревом «термически тонких» и «термически массивных» тел в печи, обеспечивающего минимум по критерию расхода топлива. Рассматривается задача нагрева термически «тонкого тела», позволяющая при заданных условиях конвективного теплообмена в печи, времени нагрева и вида топлива выбирать такой температурный режим, при котором заданная конечная температура достигается при минимальном расходе топлива. Рассмотренные модели распространяются на камерные печи с учетом рассредоточенного подвода топлива и отвода дыма. Установлено, что при возрастании мощности печи оптимальное время нагрева уменьшается и скоростной нагрев «термически тонких» тел наиболее выгоден при большой удельной мощности холостого хода печей, например секционных. Обнаружено, что при отсутствии ограничений оптимальная температура газов достигается при постоянной тепловой мощности, а затем нагрев осуществляется при предельно допустимой температуре газов. Представлена вычислительная методика и процедура расчета нагрева «термически массивных» тел, состоящая из двух периодов: нагрева при оптимальной постоянной тепловой мощности до момента достижения заданной конечной среднеемной температуры с выдержкой при постоянном тепло-содержании, с учетом удельного расхода топлива, что является современным инструментом для цифровизации расчета энергоемкого процесса нагрева рудного материала на предприятиях горнообогатительного комплекса промышленности. Представлены численные процедуры по определению оптимальной тепловой мощности в регенеративных и рекуперативных нагревательных колодцах с учетом веса исследуемых образцов, применяемого топлива и мощности холостого хода. Анализ представленных вычислительных процедур использования топлива позволяет выявить новые подходы к исследованию закономерностей между характеристиками нагрева рудного сырья, которые могут быть полезными при конструировании печей, нормировании расхода топлива и совершенствовании систем управления теплотехнологическим оборудованием. Они позволяют оценить потенциальный резерв экономии топлива в направлении изменения режима работы печи в сторону оптимизации.

**Ключевые слова:** температура, время, оптимальное управление, критерий, динамическое программирование, мощность, печь, нагрев, топливо

*Работа выполнена в рамках государственного задания, проект № FSWF-2023-0012.*

## COMPUTATIONAL MODELS OF OPTIMAL CONTROL OF ORE MATERIAL HEATING BASED ON THE FUEL CONSUMPTION CRITERION

<sup>1</sup>Nezamaev S.V., <sup>2</sup>Vorobev M.S., <sup>2</sup>Orekhov V.A., <sup>2</sup>Bobkov V.I., <sup>2</sup>Bykov A.A.<sup>1</sup>D.I. Mendeleev Russian State Technical University, Moscow;<sup>2</sup>Branch of the National Research University Moscow Power Engineering Institute,  
Smolensk branch, Smolensk, e-mail: fundukoff@mail.ru

This paper presents a substantial formulation of the problem of mathematical modeling of optimal control of heating of “thermally thin” and “thermally massive” bodies in a furnace, providing a minimum in terms of fuel consumption criterion. The problem of heating a thermally “thin body” is considered, and it is demonstrated that, under given conditions of convective heat exchange in the furnace, heating time and fuel type can be selected to achieve a temperature regime that will reach the specified final temperature at minimum fuel consumption. The models under consideration pertain to chamber furnaces, incorporating considerations such as dispersed fuel supply and smoke removal. An investigation reveals a direct correlation between the increase in furnace power and the decrease in the optimum heating time. The analysis further demonstrates that high-speed heating of “thermally thin” bodies is most favorable at high specific idle power of furnaces. This phenomenon is exemplified by sectional furnaces. It has been determined that, in the absence of limitations, the optimum gas temperature is attained at a constant thermal power, and subsequently, heating is executed at the maximum allowable gas temperature. A computational methodology and procedures for calculating the heating of “thermally massive” bodies consisting of two periods are presented. The methodology includes heating at an optimal constant thermal power until the moment of reaching a given final average volume temperature with holding at a constant heat content. This approach considers specific fuel consumption, which is relevant for calculating the energy-intensive process of heating ore material at the enterprises of the mining and processing complex of industry. The following numerical procedures are presented for determining the optimum thermal power in regenerative and recuperative heating wells. These procedures consider the weight of the samples under study, the fuel used, and the idle power. The analysis of the computational procedures presented herein pertaining to fuel utilization has enabled the revelation of novel approaches to the study of regularities between the characteristics of ore raw material heating. These novel approaches have the potential to be useful in the design of furnaces, the rationing of fuel consumption, and the improvement of control systems for heat-technological equipment. It is posited that the potential reserve of fuel savings can be estimated by modifying the furnace operation mode to optimize it.

**Keywords:** temperature, time, optimal control, criterion, dynamic programming, power, furnace, heating, fuel

*The work was carried out within the framework of the state assignment, project No. FSWF-2023-0012.*

### Введение

В металлургической, химической, горнообогатительной промышленности широко используются теплотехнические устройства прямого и косвенного нагрева разнообразных материалов, применяющиеся для различных тепловых воздействий, например сушки материала, обжига сырья, в том числе рудного. Важным аспектом современного подхода к проектированию теплотехнологического оборудования является возможность применения математического и компьютерного моделирования протекающих энергоемких процессов для обеспечения высоких показателей его энергетической эффективности. Детальное рассмотрение протекания процесса высокотемпературной подготовки материалов на примере обжига рудного сырья позволяет выявить пути совершенствования алгоритмов управления энергоемким теплотехнологическим оборудованием для отыскания оптимальных режимов работы. Под режимом нагрева понимается соблюдение определенных условий нагрева рудного материала во времени [1].

**Цель исследования** – разработка математических моделей и вычислительных процедур оптимального управления нагревом «термически тонких» и «термически массивных» тел в печи, обеспечивающих минимум по критерию расхода топлива и учитывающих особенности численного метода динамического программирования, проведение компьютеризированного расчета управляющего параметра – температуры газа, нагревающего плотный слой запылки рудного сырья в многозонной проходной печи.

### Материалы и методы исследования

Для всестороннего изучения протекания процесса высокотемпературной подготовки материалов на примере обжига рудного сырья в теплотехнологическом оборудовании горнообогатительной отрасли промышленности и отыскания оптимальных режимов работы, необходимо учесть технологические условия нагрева сырья с учетом различного рода технологических ограничений, зависящие от конструкции и назначения печи, от формы, размеров и расположения рудного материала в печи. Различают температурный и тепловой режимы нагрева материала [2]. Под температурным режимом понимают соблюдение определенного температурного закона нагрева рудного материала во времени. Под тепловым режимом понимают соблюдение определенного закона изменения тепловой нагрузки

во времени. Тепловой и температурный режимы нагрева между собой взаимосвязаны. Чтобы обеспечить выполнение заданного температурного режима в печи, необходимо изменять количество тепла, подаваемого в печь в режиме реального времени.

В существующей практике нагревательных печей встречаются одно-, двух- и многоступенчатые режимы нагрева. Одноступенчатые режимы применяют для нагрева тонкого материала, так как при его нагреве исключено возникновение температурных напряжений и перепада температур по сечению тела [3, 4].

Применение камерного режима нагрева приводит к повышению производительности печи за счет форсирования нагрева и к ухудшению использования топлива в печи. Установлено, что снижение начального теплового потока до 50 % от максимального приводит к потере производительности до 15 %, но зато к резкому выигрышу в установочной мощности энергетического оборудования (тяги, давления газа, вентиляторов). Дальнейшее снижение теплового потока приводит к заметному увеличению длительности процесса нагрева рудного материала. На основании вышеизложенного возможно предположить значение оптимального начального теплового потока:  $q_{\text{опт}} = 0.5$ . Реализация режима нагрева при постоянном тепловом потоке требует, чтобы тепловая мощность во времени нарастала по определенному закону, что затрудняет практическое осуществление такого режима. Реальным является режим при постоянной общей тепловой мощности печи [5]. Предложена методика расчета нагрева рудного материала при постоянной мощности. Установлено, что при постоянной мощности тепловой поток в начале первого периода нагрева на 10% больше, чем в конце того же самого периода.

Одной из задач металлургической и горнообогатительной теплотехники является повышение эффективности использования ресурсов при строительстве и эксплуатации действующих агрегатов. Решению этой задачи способствует разработка и внедрение в практику научно обоснованных методов расчета оптимальных и конструктивных параметров печей различного типа и назначения [6]. Простейшие процессы нагрева тонких тел характеризуются системами с сосредоточенными параметрами и описываются обыкновенными дифференциальными уравнениями, устанавливающими зависимости характеристик процесса (температуры материала, газов и т.п.) от времени.

Более сложные процессы нагрева массивных тел характеризуются системами

с распределенными параметрами и описываются дифференциальными уравнениями в частных производных, устанавливающими зависимость пространственного распределения характеристик от времени.

Траекторию нагрева «термически тонкого» тела обычно рассматривают в координатах температура – время. Более глубокие обобщения можно получить, если рассматривать процесс нагрева в фазовом пространстве. Состояние системы в любой момент времени  $\tau$  можно характеризовать температурой  $t = t(\tau)$  и ее скоростью  $t' = t'(\tau)$ . При этом между множеством состояний системы и точками на плоскости  $(t; t')$  имеется взаимнооднозначное соответствие. При движении точки на фазовой плоскости получаем фазовую траекторию. Задачей оптимального управления является: найти такие управляющие функции  $t(\tau)$  и  $t'(\tau)$ , чтобы изображающая точка перешла из заданного начального состояния в начало координат и чтобы определенный критерий оптимальности, в данном случае расход топлива, достиг минимального значения.

Общая формулировка движения системы в фазовом пространстве дается принципом Гамильтона. Каждая система характеризуется функцией  $f_0(t; t')$ . Пусть в моменты времени  $\tau = \tau_1$  и  $\tau = \tau_2$  система занимает положения

$$t^{(1)} = (t(\tau_1); t'(\tau_1)) \text{ и } t^{(2)} = (t(\tau_2); t'(\tau_2)),$$

тогда между этими положениями система движется таким образом, что интеграл действия (критерий оптимальности)

$$B = \int_{\tau_1}^{\tau_2} f_0(t; t') d\tau$$

имеет наименьшее возможное значение. Для того чтобы интеграл  $B$  имел наименьшее значение, функция  $f_0$  должна удовлетворять дифференциальному уравнению Эйлера – Лагранжа:

$$\frac{d}{d\tau} \left( \frac{\partial f_0}{\partial t'} \right) - \frac{\partial f_0}{\partial t} = 0.$$

При движении системы ряд ее величин  $(t; t')$  изменяется со временем. Существуют, однако, такие функции этих величин, которые при движении сохраняют постоянное значение. Эти функции называют инвариантами движения, а их постоянство связано с однородностью пространства и времени. Используя закон сохранения, связанный с однородностью времени, и уравнение Эйлера – Лагранжа, приходим к функции Гамильтона  $H$ , системы, пропорциональной

энергии системы, которая остается неизменной при движении:

$$H = t' \frac{\partial f_0}{\partial t'} - f_0 = const.$$

Обозначив  $\frac{\partial f_0}{\partial t'} = \psi$ , получим  $H = t'\psi - f_0$ .

Из последнего уравнения после дифференцирования получим соотношения, определяющие выбор траектории движения, обеспечивающий минимум интегралу действия

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = \frac{\partial H}{\partial \psi} \text{ и } \frac{\partial t}{\partial \tau} = \frac{\partial H}{\partial t}.$$

### Результаты исследования и их обсуждение

Рассмотрим задачу нагрева термически «тонкого тела», позволяющую при заданных условиях конвективного теплообмена в печи, времени нагрева и вида топлива выбрать такой температурный режим, при котором заданная конечная температура достигается при минимальном расходе топлива [7]. Такая постановка задачи позволяет обоснованно распространять решения на камерные печи, а в ряде случаев, при расщепленном подводе топлива и отводе дыма, на проходные печи [8].

Пусть изменение температуры  $t$  описывается уравнением

$$\frac{dt}{d\tau} = f_1(t; T),$$

где  $T$  – температура газов (управляющее воздействие), при условии:  $t(0) = t_0$  и  $t(\tau_k) = t_k$ .

Удельный расход топлива выражается интегралом:

$$B = \int_0^{\tau_k} f_1(t; T) d\tau,$$

где функция  $f_1(t; T) = (T - t)/M$ , а мощность  $M = (Gc) / (\alpha F)$ ,  $G$  – расход топлива,  $c$  – его теплоемкость,  $\alpha$  – коэффициент теплоотдачи,  $F$  – поверхность. Таким образом, расход топлива составит:

$$B = \int_0^{\tau_k} (M_{\text{п}} + M_{\text{х}}) d\tau,$$

где  $M_{\text{п}}$  – полезная мощность, равная

$$M_{\text{п}} = \frac{qF}{\eta} = \frac{\alpha(T - t)F}{\eta - (T/T_p)},$$

$T_p$  – расчетная (теоретическая) температура горения топлива,  $\eta$  – коэффициент использования топлива,  $M_{\text{х}}$  – мощность холостого хода.

В результате

$$B = \int_0^{\tau_k} \left( M_0 \frac{T-t}{T_p-T} + M_x \right) d\tau, \quad M_0 = \alpha F T_p,$$

тогда  $f_1 = M_0 \frac{T-t}{T_p-T} + M_x$ ,

а функция Гамильтона принимает вид

$$H = \frac{T-t}{\mu} \Psi - M_0 \frac{T-t}{T_p-T} - M_x,$$

где  $\mu$  – постоянная, зависящая от интенсивности нагрева.

Для выбора режима нагрева, при котором расход топлива будет минимальным, принимается, что  $M_0$ ,  $M_x$  и  $\mu$  не изменяются в процессе нагрева, а также, что оптимальная температура меньше допустимой. Эта температура в течение всего процесса нагрева должна быть такой, чтобы величина  $B$  имела максимальное значение для всех значений  $\tau$ :  $\partial H / \partial \tau = 0$ .

Решение такой задачи получается в следующем виде:

температура материала –

$$t = T_p - (T_p - t_0) \left( \frac{T_p - t_k}{T_p - t_0} \right)^{\frac{\tau}{\tau_k}};$$

температура газов –

$$T = T_p - (T_p - t_0) \left( 1 - \frac{\mu}{\tau_k} \ln \frac{T_p - t_0}{T_p - t_k} \right) \left( \frac{T_p - t_k}{T_p - t_0} \right)^{\frac{\tau}{\tau_k}}.$$

Оптимальное значение полезной тепловой мощности

$$M_{\pi} = M_0 \frac{\gamma}{1-\gamma}, \quad \gamma = \frac{\mu}{\tau_k} \ln \frac{T_p - t_0}{T_p - t_k}.$$

Общий расход тепла

$$B = B_0 \frac{\gamma}{1-\gamma} + M_x \tau_k, \quad B_0 = b c T_p,$$

где  $b$  – удельный расход тепла.

С увеличением времени нагрева первое слагаемое уменьшается, а второе – увеличивается. Это означает, что имеется такая оптимальная длительность нагрева  $\tau_k^*$ , при которой расход топлива будет наименьшим.

Оптимальное время нагрева можно определить из условий  $H = 0$  или  $dB/d\tau_k = 0$ , в виде

$$\tau_k^* = \mu \left( 1 + \sqrt{\frac{M_0}{M_x}} \right) \ln \frac{T_p - t_0}{T_p - t_k},$$

оптимальная тепловая мощность при этом равна

$$M = \sqrt{M_x} \left( \sqrt{M_0} + \sqrt{M_x} \right).$$

При возрастании  $M$  оптимальное время нагрева уменьшается. Поэтому скоростной нагрев «термически тонких» тел выгоден при большой удельной мощности холостого хода печей, например секционных. При отсутствии ограничений оптимальная температура газов достигается при постоянной тепловой мощности, а затем нагрев ведется при предельно допустимой температуре газов [9].

Для оптимизации процесса нагрева при нелинейных граничных условиях, например передаче тепла излучением по закону Стефана – Больцмана, может быть эффективно применен метод динамического программирования. Этот метод не имеет общего алгоритма и заключается в последовательной оптимизации процесса нагрева на одном, двух и последующих этапах.

Нагрев «термически тонкого» тела в многозонной печи определяется температурой газов в каждой зоне или конечной температурой материала, при условии, что начальная температура материала задана [10]. Поэтапная оптимизация нагрева в многозонной печи заключается в следующем. Удельный расход тепла в  $k$ -й зоне  $n$ -зонной печи  $b_k$  определяется соотношением

$$b_k = \frac{c_k (x_k - x_{k-1})}{\eta'_k \eta_k},$$

где  $x_{k-1}$ ,  $x_k$  – средняя температура материала в начале и конце  $k$ -й зоны печи,  $\eta_k$  – коэффициент использования тепла,  $\eta'_k$  – отношение полезной мощности к общей мощности печи в  $k$ -й зоне. После преобразований получается  $b_k = p L_k$ , где  $p = T_p c_k / \eta'_k$ ,  $L_k = (x_k - x_{k-1}) / (T_p - T_k)$ .

Значение  $p$  одинаково для всех зон, поэтому расход топлива на участке, включающем  $n - m$  последних зон, определяется функцией

$$R_m = \sum_{k=n-m}^n L_k (x_{k-1}; x_k).$$

Для всей печи

$$\text{при } m = 0 - R_0 = \sum_{k=1}^n L_k (x_{k-1}; x_k).$$

Минимальное значение  $R_m$ , при заданном значении  $x_k$ , характеризующее минимальный расход топлива на выделенном

участке, обозначим через  $\Phi_m$ . Связь между  $R_m$  и  $\Phi_m$  имеет вид  $\Phi_m = \min R_m$ . Минимальное значение  $R_0$ , характеризующее расход топлива во всей печи, обозначим через  $\Phi_0 = \min R_0$ . Минимум отыскивается по переменным  $x_k$  путем упорядоченной системы проверки различных вариантов значений  $x_k$  при заданных  $t_0$  и  $t_k$ . Неупорядоченная проверка вариантов потребовала во много раз большего количества вычислительных операций и практически неосуществима даже на мощных компьютерах [11]. Схема формирования аддитивно-сепарабельного критерия эффективности  $\Phi$  представлена на рис. 1.

С физической точки зрения такой метод решения задачи заключается в отыскании такого распространения приращения теплосодержаний материала по зонам, при котором удельный расход топлива на печь был минимальным.

С математической точки зрения расчетная схема является численным решением рекуррентных нелинейных функциональных уравнений.

$$f_k(x_k) = \min [L_{ki}(x_k; x_{k+1}) + f_{ki}(x_{k+1}; t_n)],$$

$$k = 0, 1, 2, \dots, n-1.$$

Для расчета нагрева «термически тонкого» тела при граничных условиях третьего рода принимают выражения

$$x_k = T_k - (T_k - x_{k-1})\theta_k,$$

$$T_k = (x_k - \theta_k x_{k-1}) / (1 - \theta_k),$$

$$\theta_k = \exp[-(\alpha_k F \tau_k) / (G c_k)],$$

где  $\alpha_k$  – средний для  $k$ -й зоны коэффициент теплоотдачи с учетом излучения и конвекции.

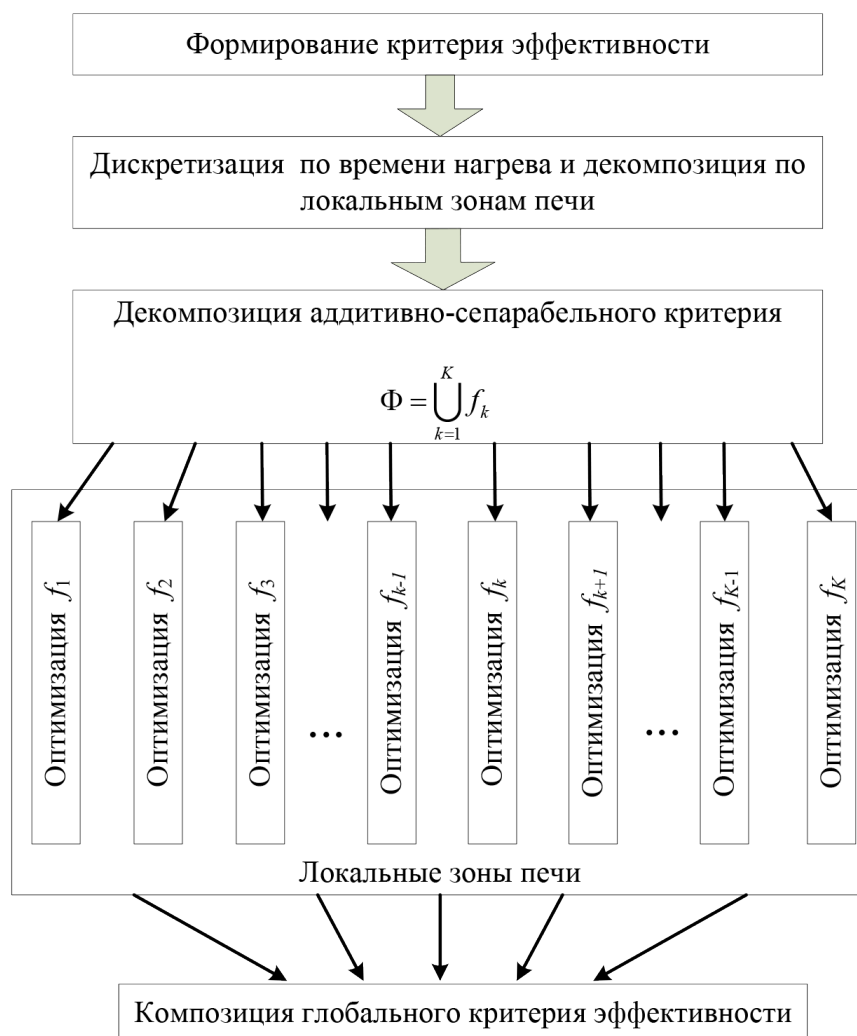


Рис. 1. Схема формирования аддитивно-сепарабельного критерия эффективности

Последовательность расчета четырехзонной печи следующая. Находят допустимый интервал изменения температур рудного материала в 1, 2 и 3-й зонах. Определяют расход топлива в третьей и четвертой зонах печи в виде функции  $R_2(x_2; x_3; t_n)$  и находят зависимость температуры  $x_3(x_2)$  и  $f_2(x_2)$ . Определяют расход топлива во 2, 3 и 4-й зонах печи  $R_1(x_1; x_2; x_3; t_n)$  и находят зависимость  $x_2(x_1)$  и  $f_1(x_1)$ . Определяют общий расход тепла  $R_0(t_0; x_1; x_2; x_3; t_n)$ , по которому находят  $f_0$  и оптимальную температуру в конце первой зоны. Осуществляя поэтапное движение от начала процесса к концу, находят оптимальные значения температур на границах 2-й и 3-й зон [12, 13].

Используя функции стабилизированного распределения температур по сечению массивного тела для стадии регулярного периода, можно полученные решения для тонких тел распространить на массивные тела.

$$dt / d\tau = (T - t) / \mu',$$

где  $t$  – среднеобъемная температура материала.

Выражения для температуры рудного материала, газов, тепловой мощности и расхода топлива оказываются аналогичными «термически тонким» телам и характеризуются заменой параметров  $\alpha$ ,  $\mu$ ,  $M_0$  на  $\alpha'$ ,  $\mu'$ ,  $M'_0$ , учитывающих термическую массивность тела.

Оптимальное по расходу топлива время нагрева

$$\tau_k^* = \mu' \left( 1 + \sqrt{\frac{M'_0}{M_x}} \right) \ln \frac{T_p - t_0}{T_p - t_k},$$

оптимальная тепловая мощность при этом равна  $M = \sqrt{M_x} (\sqrt{M'_0} + \sqrt{M_x})$ . При выборе оптимального по расходу топлива режима нагрева массивных тел следует учитывать ограничения во втором периоде нагрева.

Разработана вычислительная методика для расчета нагрева массивного слитка в колодцах, состоящая из двух периодов: нагрева при оптимальной постоянной тепловой мощности до момента достижения заданной конечной среднеобъемной температуры с выдержкой при постоянном теплосодержании и определен удельный расход топлива.

Для решения задачи методом динамического программирования разделим время нагрева на четыре интервала. В течение первых двух интервалов нагрев ведется при постоянном тепловом потоке [14]. Этот режим в начале нагрева весьма близок к режиму нагрева при постоянной тепловой мощности и прост для расчета.

В течение двух последних интервалов слиток нагревается при постоянной температуре газов. В течение третьего интервала температура газов принимает предельное максимальное значение равное  $1350^\circ\text{C}$ . Продолжительность четвертого (последнего) интервала и температура газов выбираются из условия нагрева слитков до заданной конечной среднеобъемной температуры и достижения заданного конечного перепада температур по сечению [15]. Выбрав длительность последнего интервала и температуру газов, обеспечивающих конечный перепад по сечению, получаем заданную равномерность нагрева за определенное время [16]. Задачей вариационного расчета является выбор средних температур в конце 1-го  $x_1$ , 2-го  $x_2$  и 3-го  $x_3$  интервалов, обеспечивающих в заданных ограничениях нагрев с минимальным расходом топлива. Вычислительная методика выбора оптимальных средних температур заключается в следующем.

На первом этапе расчета оптимизируются условия нагрева в 3-м и 4-м интервалах. Для этого для фиксированной средней температуры в конце 2-го интервала  $x_2$  варьируется средняя температура в конце 3-го интервала  $x_3$  и рассчитывается расход топлива в 3-м и 4-м интервалах  $R_2 = L_3 + f_3$ . Определяется минимальное значение расхода топлива  $f_2 = \min\{L_3 + f_3\}$  и отвечающее ему значение средней температуры в конце 3-го интервала  $x_3$ .

На втором этапе расчета оптимизируются условия нагрева на 2, 3 и 4-м интервалах. Для этого при фиксированной средней температуре в конце 1-го интервала  $x_1$  варьируется средняя температура в конце 2-го интервала  $x_2$  и рассчитывается расход топлива во 2, 3 и 4-м интервалах  $R_1 = L_2 + f_2$ . Определяется минимальное значение расхода топлива  $f_1 = \min\{L_2 + f_2\}$  и отвечающее ему значение средней температуры в конце 2-го интервала  $x_2$ .

На третьем этапе расчета оптимизируются условия нагрева в 1, 2, 3 и 4-м интервалах. Для этого при известной средней температуре металла в начале 1-го интервала (в начале нагрева  $t_0$ ) варьируется средняя температура в конце 1-го интервала  $x_1$  и рассчитывается расход топлива в 1, 2, 3 и 4-м интервалах  $R_0 = L_1 + f_1$ . Определяется минимальное значение расхода топлива  $f_0 = \min\{L_1 + f_1\}$  в течение всего процесса нагрева и отвечающее ему значение средней температуры в конце 1-го интервала  $x_1$ .

На 4-м этапе расчета осуществляется понятное движение, находим искомое значение температур  $x_2$  и  $x_3$ .

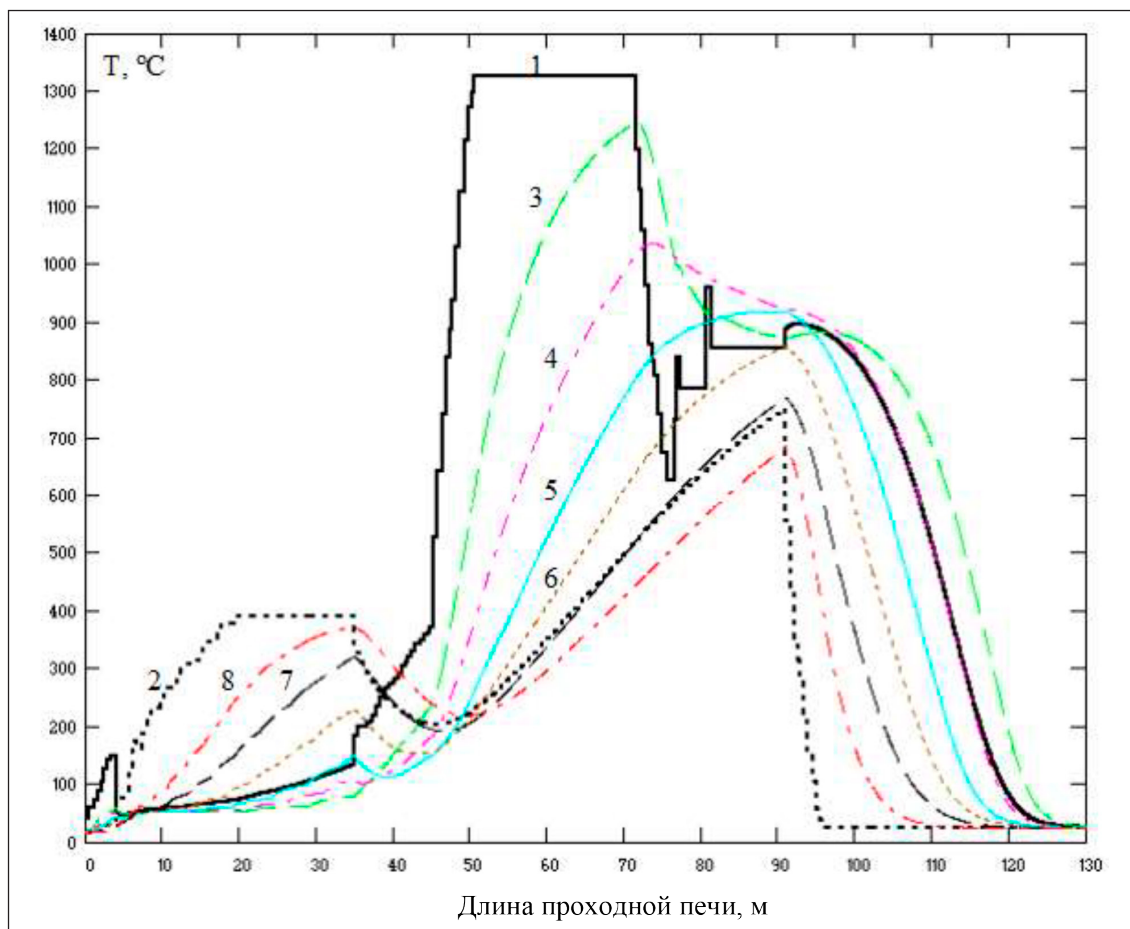


Рис. 2. Температура газа-теплоносителя над слоем рудного сырья (1) и под колосниковой решеткой (2). Температура в различных горизонтах плотного слоя рудного сырья сверху вниз (3–8). Оптимальный режим функционирования проходной печи

Характерной особенностью приведенного оптимального режима по сравнению с двухступенчатым является некоторое увеличение тепловых потоков в 3-м интервале нагрева за счет повышения температуры газов до предельно допустимого значения.

Применение разработанных вычислительных процедур поиска оптимальных условий нагрева рудного сырья в печах и колодах с использованием предлагаемой методики позволяет выявить новые закономерности между характеристиками нагрева, которые могут быть полезными при конструировании теплотехнического оборудования, нормирования расхода топлива и совершенствования систем управления нагревом. Относительный расход топлива следует определять по формуле

$$V_T = B_{\min} / B_D, \quad 0 < V_T < 1,$$

где  $V_T$  — оценка расхода топлива на данной печи в сравнении с оптимальным,  $B_{\min}$  — минимально возможный расход топлива,

$B_D$  — действительный расход топлива. Также можно ввести оценку времени нагрева:

$$\nu_\tau^* = \frac{\mu}{\tau_k^*} \ln \frac{T_p - t_0}{T_p - t_k},$$

при котором  $B_D = B_{\min}$ . Рассматривая соотношение оптимального времени нагрева  $\tau_k^*$  к свободному времени нагрева  $\tau_k$  в виде  $\nu_\tau = k\nu_\tau^*$ , возможно установить, что величина  $V_T$  определяется выражением:

$$V_T = \frac{(\nu_\tau^*)^2 k(\beta - 1) - \nu_\tau^*(\beta - 1 - k) - 1}{(\nu_\tau^*)^2 (\beta - 1) - \nu_\tau^*(\beta - 1 - 1/k) - 1/k},$$

где  $\beta = \frac{B_0}{M_x \mu}$ .

Знание зависимости  $V_T$  от  $\nu_\tau^*$ ,  $k$  и  $\beta$  позволит оценить потенциальный резерв экономии топлива в направлении изменения режима работы печи в сторону оптимизации.

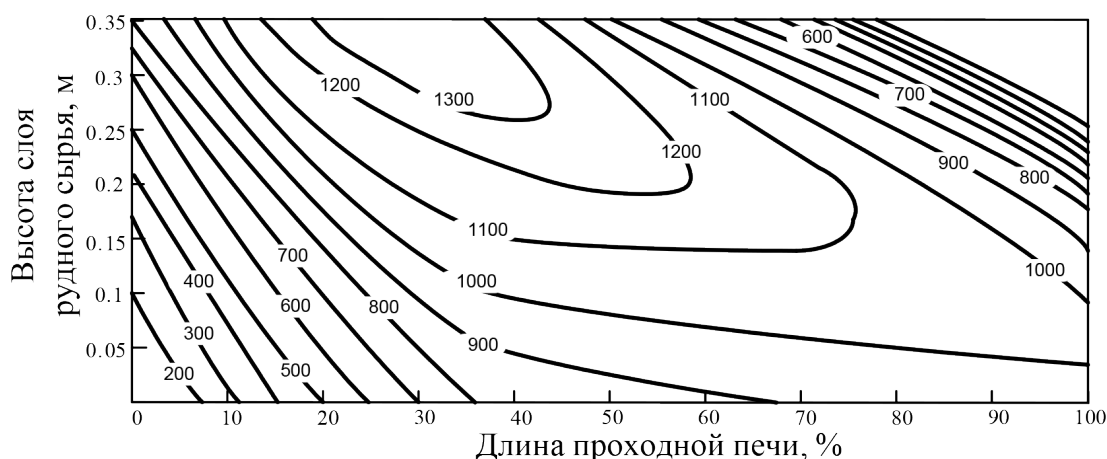


Рис. 3. Параметрическое семейство изолиний, показывающих температуру в плотном слое рудного сырья, в оптимальном режиме, °С

По разработанным авторами вычислительным процедурам, реализованным в виде компьютерной программы на языке Borland C++, были определены оптимальные режимы функционирования многозонной печи, для нагрева рудного сырья в плотном слое высотой 0,35 м и шириной 1 м. Результаты расчета температуры газа-теплоносителя в оптимальном режиме функционирования печи представлены на рис. 2.

Найденный оптимальный режим функционирования проходной печи формирует тепловую волну, которая движется вглубь рудного материала в плотном слое засыпки и интенсифицирует процесс нагрева, рис. 3.

### Заключение

Представлены математические модели и оригинальные вычислительные процедуры оптимального управления нагревом «термически тонких» и «термически массивных» тел, в печи для нагрева и высокотемпературной обработки рудного сырья, обеспечивающих минимум по критерию расхода топлива и учитывающие особенности численного метода динамического программирования. Представленные методики являются актуальным инструментом для построения цифровизированных двойников процессов, протекающих в реально функционирующем оборудовании, в частности с использованием предложенных вычислительных процедур был определен оптимальный режим функционирования многозонной печи, для нагрева рудного сырья в плотном слое шириной 1 м и высотой 0,35 м, используемой на предприятиях горнообогатительного комплекса промышленности для высокотемпературной

обработки рудного сырья. Разработанные вычислительные процедуры оптимального управления нагревом рудного материала в печи и методика расчета нагрева рудного материала при постоянной мощности, обеспечивающие минимум по критерию расхода топлива и учитывающие особенности численного метода динамического программирования, позволяют увеличить эффективность использования ресурсов при минимальном значении расхода топлива, определить время нагрева при оптимальной постоянной тепловой мощности до момента достижения заданной конечной среднеобъемной температуры с выдержкой при постоянном теплосодержании, а также определить удельный расход топлива для дальнейшего поиска оптимальных режимов работы теплотехнологического оборудования в различных отраслях промышленности.

### Список литературы

1. Леонтьев Л.И., Григорович К.В., Костина М.В. Фундаментальные исследования как основа создания новых материалов и технологий в области металлургии. Часть 1 // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. 2018. Т. 61. № 1. С. 11–22. DOI: 10.17073/0368-0797-2016-1-11-22.
2. Швыдкий В.С., Ярошенко Ю.Г., Спирин Н.А., Лавров В.В. Математическая модель процесса обжига рудноугольных окатышей на конвейерной машине // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. 2018. Т. 60. № 4. С. 329–335. DOI: 10.17073/0368-0797-2017-4-329-335.
3. Matkarimov S.T., Berdiyarov B.T., Yusupkhodjayev A.A. Technological parameters of the process of producing metallized iron concentrates from poor raw material // International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering. 2019. № 8 (11). P. 600–603. DOI: 10.35940/ijitee.K1586.0881119.
4. Антипина Е.В., Мустафина С.А., Антипин А.Ф. Программная реализация алгоритма поиска оптимального температурного режима каталитического процесса // Про-

граммные продукты и системы. 2022. Т. 35. № 1. С. 106–112. DOI: 10.15827/0236-235X.137.106-112.

5. Карташов Э.М. Развитие обобщенных модельных представлений теплового удара для локально-неравновесных процессов переноса теплоты. *Russian Technological Journal*. 2023. Т. 11. № 3. С. 70–85. DOI: 10.32362/2500-316X-2023-11-3-70-85.

6. Лопатина Т.Д., Тихонов М.Р., Чудинова М.А. Сравнительный анализ методов управления временем для целей автоматизации технологических процессов // *Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки*. 2023. № 4. С. 82–85. DOI: 10.37882/2223–2966.2023.04.22.

7. Бобков В.И., Дли М.И., Орехов В.А., Незамаев С.В. Методы измерения эффективного коэффициента теплоотдачи при сушке дисперсных рудных материалов // *Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета)*. 2024. № 69 (95). С. 102–106. DOI: 10.36807/1998-9849-2024-69-95-102-106.

8. Донской И.Г. Численное моделирование процессов образования, роста и разложения агломератов в пористой среде при разных режимах нагрева // *Математическое моделирование и численные методы*. 2021. № 3 (31). С. 24–41. DOI: 10.18698/2309-3684-2021-3-2441.

9. Kossoy A. Effect of thermal inertia-induced distortions of DSC data on the correctness of the kinetics evaluated // *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*. 2021. Т. 143. № 1. Р. 599–608. DOI: 10.1007/s10973-019-09219-z.

10. Беленький А.М., Богатова М.Ж., Чибизова С.И. Статическое моделирование нагрева металла в печах с ша-

гающими балками // *Черные металлы*. 2021. № 8. С. 32–37. DOI: 10.17580/chm.2021.08.06.

11. Тажибаев К.Т., Тажибаев Д.К. Энергосберегающий метод подготовки крепких руд к обогащению. *Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова*. 2024. № 2 (70). С. 491–496. DOI: 10.56634/16948335.2024.2.491-496.

12. Донской И.Г. Задача Стефана в тепловыделяющем цилиндрическом образце с граничными условиями третьего рода: расчет времени // *iPolytech Journal*. 2024. Т. 28. № 2. С. 290–302. DOI: 10.21285/1814-3520-2024-2-290-302.

13. Панферов В.И. О расчетно-инструментальном контроле качества нагрева и термообработки металла в печах // *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Metallurgy*. 2020. Т. 20. № 4. С. 56–66. DOI: 10.14529/met200407.

14. Донской И.Г. Математическое моделирование образования агломератов в реагирующей пористой среде с меняющейся проницаемостью. *Вычислительные технологии*. 2020. Т. 25. № 2. С. 22–35. DOI: 10.25743/ICT.2020.25.2.003.

15. Дьяконов О.М., Литвинко А.А., Середа В.Ю. Моделирование процесса нагрева стружко-порошковых дисперсий черных металлов в проходной муфельной печи горячего брикетирования. *Сообщение 2 // Литье и металлургия*. 2022. № 3. С. 70–82. DOI: 10.21122/1683-6065-2022-3-70-82.

16. Юрьев Б.П., Дудко В.А. Физико-химические и массообменные процессы при нагреве образцов из офлюсованных магнетитовых железорудных концентратов в тепловых установках // *Химическая физика*. 2023. Т. 42. № 2. С. 28–36. DOI: 10.31857/S0207401X23020164.

УДК 004.021

DOI 10.17513/snt.40422

## ПРИМЕНЕНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ НА ГРАФАХ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ, УЧИТЫВАЮЩИХ ИНДИВИДУАЛЬНОСТЬ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

Хасанов И.И., Хасанова З.Р.

ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации»,  
Москва, e-mail: iikhasanov@fa.ru

В условиях стремительного роста объемов грузоперевозок и усложнения логистических процессов особую актуальность приобретает внедрение интеллектуальных технологий, способных адаптироваться к быстро меняющимся требованиям рынка. Одним из таких решений является применение методов машинного обучения на графах для построения рекомендательных систем в логистике. Целью данной работы является исследование возможностей персонализированных графовых моделей, предназначенных для оптимизации логистических процессов за счёт более точного подбора маршрутов, перевозчиков и сопутствующих услуг с учётом индивидуальных предпочтений участников логистической цепочки. В работе исследуется применение графовых методов машинного обучения для построения рекомендательных систем в сфере транспортной логистики с учётом индивидуальных предпочтений пользователей. Предложен подход к персонализации графовых моделей на основе интеграции пользовательских характеристик и динамического пересчёта весов связей в графе. Разработанная модель позволяет оптимизировать логистические процессы, повышая релевантность рекомендаций по выбору маршрутов и перевозчиков. Эффективность предложенного метода подтверждена экспериментальными результатами на реальных данных: достигнуты значения Precision 88 %, Recall 81 % и NDCG 0,94. Представленные результаты демонстрируют преимущества разработанной системы по сравнению с традиционными методами логистического планирования в условиях динамически изменяющейся среды.

**Ключевые слова:** граф, машинное обучение, рекомендательные системы, персонализация, логистика, маршруты, оптимизация

## APPLICATION OF MACHINE LEARNING ON GRAPHS TO CONSTRUCTING RECOMMENDATION SYSTEMS THAT TAKE INTO ACCOUNT USER INDIVIDUALITY

Khasanov I.I., Khasanova Z.R.

Financial University under the Government of the Russian Federation,  
Moscow, e-mail: iikhasanov@fa.ru

In the context of rapid growth in cargo transportation volumes and increasing complexity of logistics processes, the introduction of intelligent technologies capable of adapting to rapidly changing market requirements is becoming especially relevant. One such solution is the use of machine learning methods on graphs to build recommender systems in logistics. The purpose of this work is to study the capabilities of personalized graph models designed to optimize logistics processes through a more accurate selection of routes, carriers and related services, taking into account the individual preferences of participants in the logistics chain. The paper examines the use of graph machine learning methods to build recommender systems in the field of transport logistics, taking into account the individual preferences of users. An approach to the personalization of graph models is proposed based on the integration of user characteristics and dynamic recalculation of link weights in the graph. The developed model allows optimizing logistics processes, increasing the relevance of recommendations for the selection of routes and carriers. The effectiveness of the proposed method is confirmed by experimental results on real data: the values of Precision 88%, Recall 81% and NDCG 0.94 were achieved. The presented results demonstrate the advantages of the developed system compared to traditional methods of logistic planning in a dynamically changing environment.

**Keywords:** graph, machine learning, recommender systems, personalization, logistics, routes, transport networks, optimization

### Введение

Сегодня в современных условиях компьютеризации производства и глобализации экономики динамично формируется новый цифровой уклад: осуществляется цифровизация экономических процессов и внедрение инновационных технологий во все сферы деятельности, в том числе в транспортную логистику, которая решает задачи планирования, реализации и контро-

ля перемещения грузов и включает в себя выбор оптимальных маршрутов, средств передвижения и методов доставки [1, 2].

Современные логистические системы грузоперевозок становятся всё более сложными и требуют интеллектуальных решений для оптимизации маршрутов, выбора транспортных средств и прогнозирования спроса. Одним из перспективных направлений является использование графовых методов машинного обучения, позволяющих

учитывать сложные взаимосвязи между участниками системы: клиентами, перевозчиками, пунктами погрузки и выгрузки, дорогами и другими параметрами. Графовые нейронные сети эффективно обрабатывают сложные структуры данных и демонстрируют хорошие результаты в задачах, где важно учитывать взаимосвязи между элементами [3, 4]. Переход на автоматизированные системы, исключая влияние человеческого фактора, позволяет в сотни раз быстрее и эффективнее решать сложные задачи оптимизации [5].

Рекомендательные системы, построенные на графах, могут помогать транспортным компаниям и грузоотправителям находить оптимальные маршруты, наиболее подходящих перевозчиков, рекомендовать альтернативные логистические схемы и прогнозировать загрузку транспортных коридоров с учётом индивидуальных предпочтений и исторических данных. Графы позволяют формализовать процесс исследования инвариантных во времени свойств системы и использовать хорошо развитый математический аппарат теории графов, позволяющий компьютеризировать анализ структуры [6]. Постепенное внедрение в отрасль логистики и транспорта позволит в значительной степени повысить эффективность работы и производительность труда различных хозяйствующих субъектов [7].

Исходя из вышеописанного, целью данного исследования является разработка и анализ методов применения машинного обучения на графах для построения рекомендательных систем в сфере грузоперевозок, учитывающих индивидуальные потребности пользователей, такие как грузоотправители, перевозчики и логистические компании.

В связи с этим предложена модель графовых методов машинного обучения для построения рекомендательных систем в сфере грузоперевозок, учитывающих индивидуальные потребности пользователей и динамическую изменчивость логистической сети. В отличие от традиционных моделей оптимизации логистики, предложенный подход учитывает изменения в логистических потоках в реальном времени (например, пробки, новые заказы, отмены рейсов). Был исследован метод машинного обучения на графах, математического моделирования и анализа данных, позволяющие построить рекомендательную систему для оптимизации грузоперевозок с учётом индивидуальных предпочтений пользователей. Предлагаемая модель применения графовых методов машинного обучения для построения рекомендательных систем

в сфере грузоперевозок позволяет оптимизировать логистические процессы, повысить эффективность транспортных операций и персонализировать взаимодействие участников рынка.

**Цель исследования** – разработка и анализ методов применения графовых методов машинного обучения для построения рекомендательных систем в сфере грузоперевозок, которые учитывают индивидуальные потребности пользователей (грузоотправителей, перевозчиков и логистических компаний), а также динамическую изменчивость логистической сети в реальном времени.

### **Материалы и методы исследования**

Данное исследование в области применения графовых методов машинного обучения для построения рекомендательных систем, учитывающих индивидуальность пользователей в логистике, было проведено на основе системного анализа научной литературы, открытых источников данных и современных подходов к моделированию сложных сетевых структур.

### **Результаты исследования и их обсуждение**

Грузоперевозки являются одной из ключевых отраслей экономики, обеспечивающей транспортировку товаров по стране и за её пределами. В условиях глобализации и цифровизации логистических процессов возрастает необходимость в применении интеллектуальных систем для оптимизации маршрутов, прогнозирования загруженности транспортных узлов и повышения эффективности взаимодействия между участниками логистической цепочки.

Современным решением для таких задач является использование методов машинного обучения на графах, которые позволяют анализировать сложные взаимосвязи между грузоотправителями, перевозчиками, маршрутами и логистическими узлами, а также строить персонализированные рекомендации для клиентов и транспортных компаний.

Одним из ключевых преимуществ рекомендательных систем на основе графовых моделей является их способность учитывать сложные зависимости между различными элементами логистической сети. Это позволяет системе анализировать не только отдельные компоненты, но и взаимодействия между ними, что важно для принятия комплексных решений.

Один из способов персонализации – это включение пользовательских данных в структуру графа [8, с. 109; 9, с. 68].

Основные типы данных для персонализации:

- профильные данные: возраст, регион, язык, профессия;
- история заказов: прошлые маршруты, часто используемые перевозчики;
- поведение: предпочтения по цене, скорости доставки, рейтингу.
- социальные связи: пользователи с похожими предпочтениями.

В рамках данного исследования задача построения рекомендательной системы для персонализированной маршрутизации в логистике формализуется как задача оптимизации на ориентированном графе с весами, зависящими от индивидуальных характеристик пользователя согласно формуле (1).

$$G = (V, E). \quad (1)$$

Каждому ребру  $(u, v) \in E$  сопоставляются параметры:

- $d_{uv} \in \mathbb{R}^+$  – расстояние;
- $t_{uv} \in \mathbb{R}^+$  – время в пути;
- $c_{uv} \in \mathbb{R}^+$  – стоимость;
- $r_{uv} \in [0, 1]$  – коэффициент надежности маршрута.

На основе этих данных определяется функция веса маршрута с учётом предпочтений пользователя. Вес ребра рассчитывается по формуле (2).

$$\omega_{u,v} = \alpha \cdot f(p, u, v) + (1 - \alpha) \cdot g_\gamma(u, v), \quad (2)$$

где  $f(p, u, v)$  – функция персонализации, понижающая вес при совпадении с регионом интереса или критерием;

$g_\gamma(u, v) \in \{d_{uv}, t_{uv}, c_{uv}\}$  – выбранный критерий оптимизации;

$\alpha \in [0, 1]$  – коэффициент учёта индивидуальности пользователя.

Тогда задача минимизации формулируется выражением (3):

$$P^* = \arg \min_{P \in P(s, t)} \sum_{(u, v) \in P} \omega_{u,v}. \quad (3)$$

Для повышения качества персонализации и предсказания связей между объектами в графе применяется архитектура GNN, позволяющая учитывать как локальные, так и глобальные зависимости между узлами. Векторное представление узла обновляется по следующему правилу (4) [10]:

$$h_u^{(l+1)} = \sigma \cdot \left( W^{(l)} h_u^{(l)} + \sum_{u \in N(u)} W^{(l)} h_u^{(l)} \right) \quad (4)$$

где  $h_u^{(l)}$  – векторное представление пользователя на слое  $l$ ;

$W^{(l)}$  – матрица весов модели;

$N(u)$  – соседи узла  $u$  в графе;

$\sigma$  – функция активации (например, ReLU).

Индивидуальные характеристики пользователей интегрируются в графовую модель, улучшая персонализацию.

Еще один способ персонализации – это изменение весов рёбер в графе в зависимости от предпочтений пользователей.

Формула для пересчёта весов рёбер представляется в виде (5) [11, с. 62, 12, с. 251–271, 13]:

$$\omega_{(u,v)} = \alpha \cdot f(u, v) + (1 - \alpha) \cdot \omega_0, \quad (5)$$

где  $f(u, v)$  – функция предпочтений пользователя;

$\omega_0$  – изначальный вес связи;

$\alpha$  – параметр, контролирующий степень персонализации.

Чтобы достичь наилучших результатов, можно комбинировать методы персонализации.

В рамках реализации предложенного метода был разработан прикладной программный комплекс в виде интерактивного десктопного приложения, реализующего рекомендательную систему маршрутов. Архитектура комплекса представлена на рис. 1.

Система реализована в виде клиент-серверного приложения, включающего модуль ввода пользовательских предпочтений, сервер FastAPI для обработки запросов, компонент извлечения профиля пользователя, графовую нейросетевую модель, блок формирования графа маршрутов и модуль визуализации. Такая модульная структура обеспечивает масштабируемость, адаптивность к изменениям входных параметров и возможность интеграции дополнительных алгоритмов персонализации.

В данной работе целью было подтвердить эффективность персонализированных графовых моделей на реальных данных и оценить их преимущества перед традиционными методами. В рамках исследования была разработана персонализированная рекомендательная система на основе графов, в которой учитываются индивидуальные предпочтения пользователей, их поведение и связи с объектами (маршруты, товары, услуги, перевозчики и т. д.).

На основе этой структуры реализованы модели машинного обучения, использующие архитектуры графовых нейронных сетей и алгоритмы персонализированного ранжирования. Особое внимание уделено исследованию методов персонализации, включая модификацию весов связей в графе и интеграцию пользовательских характеристик [14]. Качество работы системы оценивалось с применением совокупности метрик, отражающих точность, полноту, релевантность и разнообразие рекомендаций.

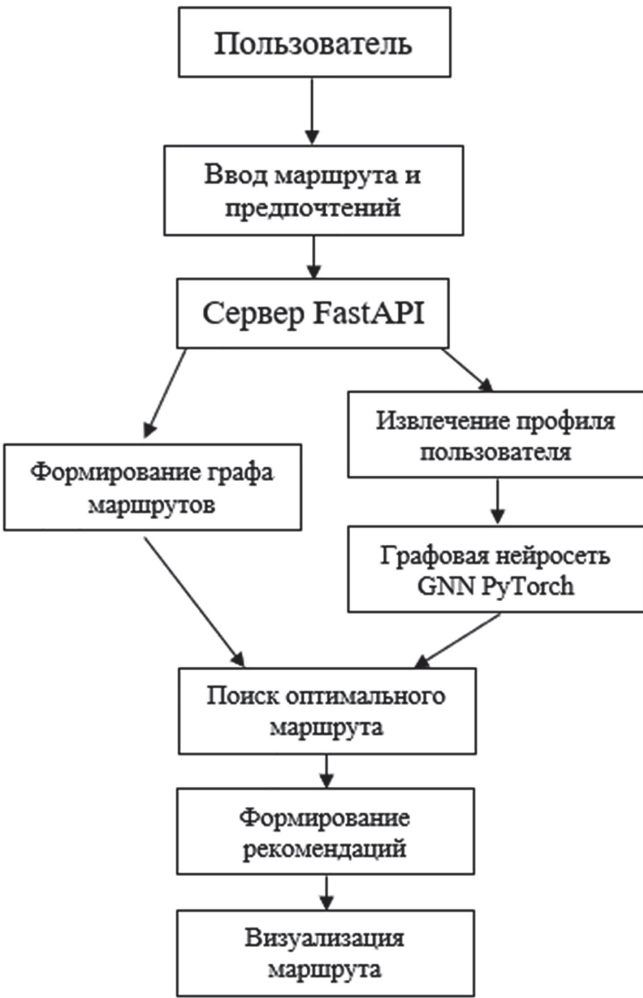


Рис. 1. Архитектура программного комплекса персонализированной рекомендательной системы маршрутов  
Источник: составлен авторами

Структура данных

| Название        | Описание                                                            | Тип данных     |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------|----------------|
| UserID          | ID пользователя                                                     | Целочисленный  |
| RouteID         | ID маршрута                                                         | Целочисленный  |
| CarrierID       | ID перевозчика                                                      | Целочисленный  |
| Cost            | Стоимость маршрута                                                  | Числовой       |
| Time            | Время в пути                                                        | Числовой       |
| Rating          | Оценка пользователя (0-5)                                           | Числовой       |
| UserPreferences | Предпочтения пользователя (например, быстрая доставка, низкая цена) | Категориальный |

Примечание: составлена авторами.

Результаты были дополнительно проанализированы, что позволило выявить ключевые особенности структуры графа и закономерности в поведении пользователей. Полученные данные свидетельствуют о вы-

сокой адаптивности предложенного подхода к изменяющимся условиям логистической среды и его способности учитывать индивидуальные предпочтения различных участников транспортной системы.



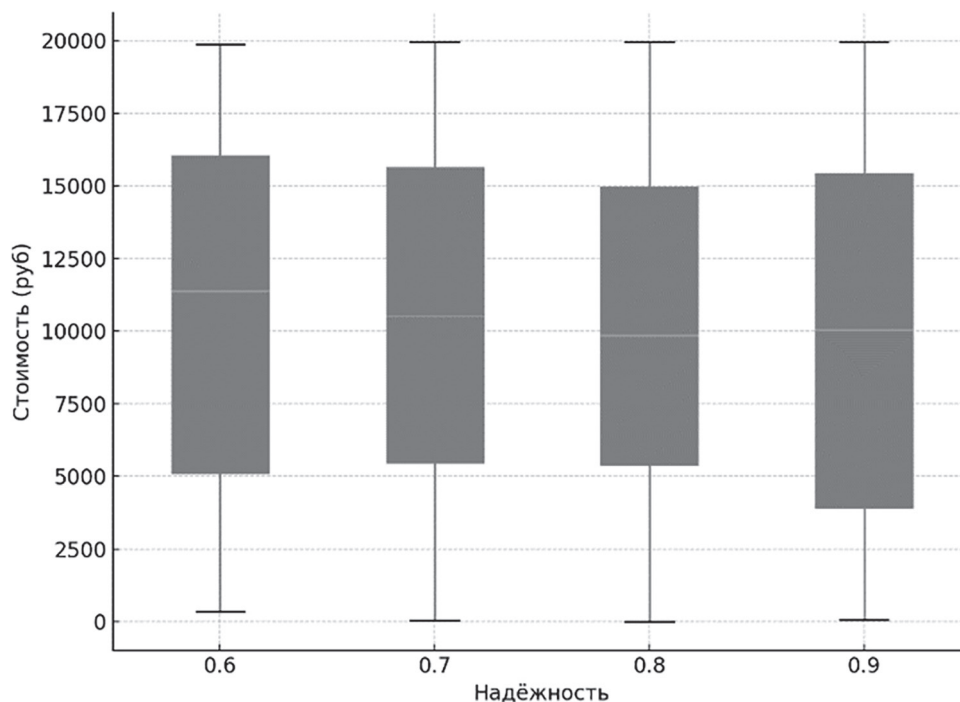


Рис. 4. Распределение стоимости в зависимости от уровня надёжности  
Источник: составлен авторами

Анализ матрицы показывает низкие значения корреляций между основными признаками, такими как расстояние, время, стоимость, надёжность и погодные условия. Это свидетельствует о слабой линейной зависимости между параметрами, что делает неэффективным применение классических моделей регрессии. В таких условиях целесообразно использовать графовые нейросетевые модели, способные извлекать скрытые и нелинейные зависимости между объектами на основе структуры связей. Полученные результаты подтверждают необходимость применения GNN-подходов в построении рекомендательной системы для маршрутов, учитывающей множественные, слабо коррелированные признаки.

На основе графика плотности показано влияние надёжности на распределение стоимости маршрутов. Видно, что при разных значениях надёжности наблюдается вариативность стоимости, что может свидетельствовать о влиянии фактора надёжности на ценообразование (рис. 4).

Визуальное распределение точек по уровням надёжности показывает, что маршруты с более высокой надёжностью (например, Reliability = 0.9) не обязательно имеют более высокую или низкую стоимость по сравнению с менее надёжными. Это говорит о независимости параметра надёжности

от стоимости и расстояния, что подтверждает результаты корреляционного анализа.

Таким образом, надёжность маршрута представляет собой автономный признак, который следует учитывать при построении модели рекомендаций как отдельную характеристику маршрута, а не как производную от стоимости или расстояния. Это обосновывает использование многомерного анализа и графовых моделей, способных учитывать множественные слабосвязанные признаки при построении персонализированных рекомендаций.

Полный процесс работы системы:

1. Сбор данных о маршрутах и перевозчиках.
2. Формирование графа перевозок с учетом веса рёбер (стоимость, время, надёжность).
3. Оптимизация маршрутов:
  - вычисление PageRank (лучшие маршруты);
  - вычисление Link Prediction (предсказание новых связей).
4. Формирование рекомендаций перевозчиков клиентам.
5. Оценка качества рекомендаций.

Завершающим этапом процесса стала оценка эффективности рекомендательной системы, проведённая с использованием трёх ключевых метрик качества предсказаний [15, с. 316]:

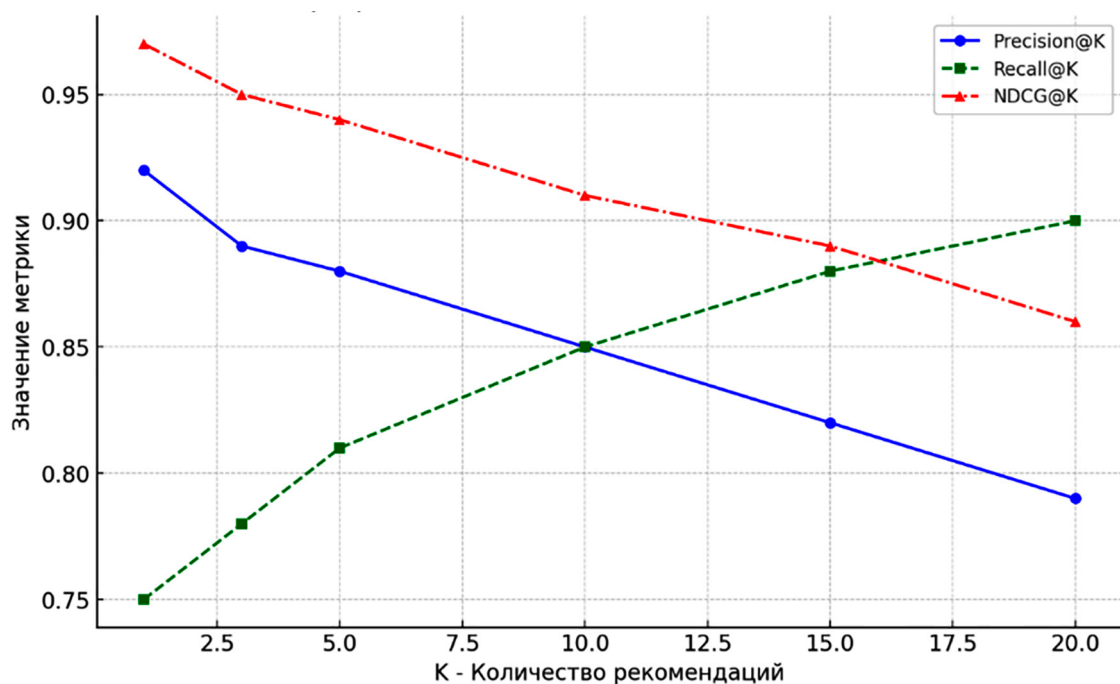


Рис. 5. Метрики Precision@K, Recall@K и NDCG@K  
Источник: составлен авторами

– Precision – это доля релевантных перевозчиков среди K предложенных системой рекомендаций. Полученные значения при моделировании Precision = 88% означает, что среди 5 предложенных системой перевозчиков 88% действительно были полезны и соответствовали ожиданиям пользователя. Чем выше Precision, тем более точные рекомендации даёт система.

– Recall – показывает, насколько хорошо модель охватывает все возможные релевантные перевозчики. Полученные значения Recall = 81% означает, что 81% всех возможных подходящих перевозчиков были найдены среди 5 лучших рекомендаций. Высокий Recall означает, что модель не пропускает важные варианты, но может предлагать лишние.

– NDCG – показывает, насколько правильно упорядочены рекомендации.

Полученные значения NDCG = 0.94 означает, что 94% рекомендаций были выданы в правильном порядке, т.е. самые релевантные перевозчики оказались на первых местах.

На основании обученности модели построены графики Precision, Recall и NDCG, чтобы проанализировать, как изменяется качество модели на разных K (рис. 5).

### Заключение

В работе предложена и экспериментально подтверждена эффективность персона-

лизированной рекомендательной системы, построенной на графовых методах машинного обучения.

Предложен метод персонализации весов графа маршрутизации, учитывающий как профиль пользователя (бюджет, приоритет критериев, региональные предпочтения), так и динамику логистической сети. В отличие от традиционных графов с фиксированными весами, в модели осуществляется адаптивный пересчёт весов на основе функции предпочтений, что позволяет формировать индивидуальные маршруты в условиях неопределённости и ограничения ресурсов.

Интегрирована архитектура графовой нейронной сети для представления сложных связей между пользователями, маршрутами и перевозчиками. Использование GNN позволяет учитывать многомерные и слабо коррелированные признаки, а также распространять информацию между соседними узлами графа для повышения качества рекомендаций.

Разработан прототип прикладной рекомендательной системы, реализующий описанную модель в виде десктопного приложения. Комплекс программ предоставляет визуализацию маршрутов, персонализированные рекомендации и инструменты анализа сети на основе реальных координат и параметров маршрутов.

Проведён экспериментальный анализ, включающий сравнение персонализированного и базового подходов по метрикам Precision, Recall и NDCG, что позволило эмпирически подтвердить эффективность предложенного метода.

Таким образом, представленная графовая модель грузоперевозок позволяет наглядно проанализировать транспортные связи, выявить ключевых участников рынка и предложить пути оптимизации доставки грузов.

### Список литературы

1. Иванова Л.Н., Иванов С.Е. Методы оптимизации и алгоритм маршрутизации в транспортной логистике // Экономика. Право. Инновации. 2024. № 4. С. 21–29. DOI: 10.17586/2713-1874-2024-4-21-29.
2. Архипов А.Е., Ряписов А.Е. Трансформация транспортной отрасли России под влиянием цифровых технологий // Экономика и бизнес: теория и практика. 2020. № 4-1 (62). С. 22–24. URL: <https://www.elibrary.ru/pajewk> (дата обращения: 21.03.2025). EDN: NAJEWK.
3. Wu Z., Pan S., Chen F., Long G., Zhang C., Yu P.S.A Comprehensive Survey on Graph Neural Networks // IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems. 2019. Vol. 32. Is. 1. P. 4–24 DOI: 10.1109/tnnls.2020.2978386.
4. Jie Zhou, Ganqu Cui, Shengding Hu, Zhengyan Zhang, Cheng Yang, Zhiyuan Liu, Lifeng Wang, Changcheng Li, Maosong Sun Graph neural networks: A review of methods and applications // AI Open. 2020. Vol. 1. P. 57–81. DOI: 10.48550/arXiv.1812.08434.
5. Есин М.С., Корепанова А.А., Сабреков А.А. Современные проблемы управления логистикой: оптимизации ресурсов при транспортировке грузов // Научные труды Северо-Западного института управления РАНХиГС. 2023. Т. 14. № 3 (60). С. 49–57. URL: [https://spb.ranepa.ru/wp-content/uploads/2024/01/n-trud\\_2023\\_t14\\_v3.pdf](https://spb.ranepa.ru/wp-content/uploads/2024/01/n-trud_2023_t14_v3.pdf) (дата обращения: 21.03.2025).
6. Меньшикова Н.В., Портнов И.В., Николаев И.Е. Обзор рекомендательных систем и возможности учета контекста при формировании индивидуальных рекомендаций // Academy. 2016. № 6 (9). С. 20–22. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-rekomendatelnih-sistem-i-vozmozhnostey-ucheta-konteksta-pri-formirovanii-individualnyh-rekomendatsiy> (дата обращения: 21.03.2025).
7. Ерохина Е.В., Соцкова Е.А. Перспективы развития логистики и транспорта в процессе цифровизации // StudNet. 2022. № 6 С. 6713–6722. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-razvitiya-logistiki-i-transporta-v-protseste-tsifrovizatsii> (дата обращения: 21.03.2025).
8. Константинова Е.В. Теория графов: алгебраическая теория: учебник для вузов. М.: Юрайт, 2025. 123 с. ISBN 978-5-534-20172-7. URL: <https://urait.ru/bcode/569211> (дата обращения: 21.03.2025).
9. Мальцев И.А. Дискретная математика: учебное пособие для вузов. 3-е изд., стер. СПб.: Лань, 2021. 292 с. ISBN 978-5-8114-8615-1. URL: <https://e.lanbook.com/book/179040> (дата обращения: 21.03.2025).
10. Ураков А.Р., Тимеряев Т.В. Алгоритм решения динамической задачи поиска кратчайших расстояний в графе // Управление большими системами. 2017. № 65. С. 60–86. URL: <https://www.mathnet.ru/rus/ubs905> (дата обращения: 21.03.2025).
11. Гладков Л.А., Гладкова Н.В., Курейчик В.В., Курейчик В.М. Специальные разделы теории графов: учеб. пособие. Ростов-на-Дону; Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2018. 111 с. ISBN 978-5-9275-2779-3. URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1039679> (дата обращения: 16.04.2025).
12. Плотникова Е.Г., Левко С.В., Логинова В.В., Хакимова Г.М. Математический анализ и дискретная математика: учебное пособие для вузов / под общей редакцией Е.Г. Плотниковой. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Юрайт, 2024. 300 с. (Высшее образование). ISBN 978-5-534-07545-8. URL: <https://urait.ru/bcode/540066> (дата обращения: 16.04.2025).
13. Ferrante M., Ferro N., Fuhr N. Towards Meaningful Statements in IR Evaluation: Mapping Evaluation Measures to Interval Scales // IEEE Access. 2021. Vol. 9. P. 136182–136216. DOI: 10.1109/ACCESS.2021.3116857.
14. Kipf T.N., Welling M. Semi-Supervised Classification with Graph Convolutional Networks // Proceedings of the 5th International Conference on Learning Representations (ICLR 2017). Toulon. France. April 2017. URL: <https://openreview.net/forum?id=SJU4ayYgl> (дата обращения: 21.03.2025).
15. Гудфеллоу Я., Бенджио И., Курвилль А. Глубокое обучение / пер. с англ. М.: ДМК Пресс, 2018. 652 с. URL: <https://medialex.brsu.by/NLP-BOOK/%C2%AB%D0%93%D0%BB%D1%83%D0%B1%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%B5%20%D0%BE%D0%B1%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5%C2%BB,%20%D0%AF%D0%BD%20%D0%93%D1%83%D0%B4%D1%84%D0%B5%D0%BB%D0%BB%D0%BE%D1%83.pdf> (дата обращения: 21.03.2025).

УДК 658.5

DOI 10.17513/snt.40423

## МЕТОД ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ ПАЛЕТИЗАЦИИ КОРОВОК НА ОСНОВЕ КОНЕЧНОГО АВТОМАТА И РЕЛЯЦИОННОЙ МОДЕЛИ ДАННЫХ

<sup>1</sup>Холопов В.А., <sup>1</sup>Клягин М.М., <sup>1</sup>Огорельцев Р.М., <sup>2</sup>Мишина В.А.<sup>1</sup>ФГБОУ «МИРЭА – Российский технологический университет»,

Москва, e-mail: mmklyagin@gmail.com;

<sup>2</sup>ООО «ВЕКАС», Москва

В статье предложен метод представления и исполнения логики системы управления технологическим процессом палетизации коробок в виде конечного автомата, реализованного средствами реляционной модели данных и языка SQL. Целью исследования является разработка инженерного подхода, обеспечивающего формализованное, масштабируемое и конфигурируемое описание дискретной логики управления, пригодное для интеграции с цифровыми производственными платформами. Каждое состояние автомата реализуется в виде таблицы базы данных с управляющими сигналами и флагом активности, а переходы задаются через условия и исполняются с помощью SQL-триггеров. Такая архитектура позволяет управлять логикой процесса непосредственно в структуре данных, без привязки к программному коду контроллера, обеспечивая прозрачность, адаптируемость и возможность верификации поведения системы. Предложенный подход успешно описывает как штатные, так и аварийные сценарии палетизации, включая взаимодействие роботов, конвейера и системы машинного зрения. Реализация была протестирована на производственном стенде и подтвердила устойчивость и гибкость модели. Сравнение с традиционными средствами проектирования логики показало, что применение реляционной модели и SQL-автомата упрощает модификацию, поддержку и интеграцию системы управления в цифровую инфраструктуру предприятия.

**Ключевые слова:** система управления, конечный автомат, реляционная модель данных, палетизация

## METHOD FOR DESIGNING A CONTROL SYSTEM FOR THE BOX PALLETIZING PROCESS BASED ON FINITE STATE MACHINE AND RELATIONAL DATA MODEL

<sup>1</sup>Kholopov V.A., <sup>1</sup>Klyagin M.M., <sup>1</sup>Ogorelcev R.M., <sup>2</sup>Mishina V.A.<sup>1</sup>MIREA – Russian Technological University, Moscow, e-mail: mmklyagin@gmail.com;<sup>2</sup>VEKAS LLC, Moscow

The paper proposes a method for representing and executing the control logic of a box palletizing process in the form of a finite state machine implemented using a relational data model and the SQL language. The aim of the study is to develop an engineering approach that enables a formalized, scalable, and configurable description of discrete control logic suitable for integration with digital manufacturing platforms. Each state of the finite state machine is implemented as a database table containing control signals and an activity flag, while transitions are defined by conditions and executed using SQL triggers. This architecture allows process logic to be managed directly within the data structure, without being tied to controller code, thus ensuring transparency, adaptability, and verifiability of system behavior. The proposed approach successfully describes both normal and fault scenarios in the palletizing process, including the interaction of robots, conveyor systems, and machine vision. The implementation was tested on a production stand and confirmed the model's robustness and flexibility. A comparison with traditional logic design tools demonstrated that the use of a relational model and SQL-based automaton simplifies modification, maintenance, and integration of the control system into the enterprise's digital infrastructure.

**Keywords:** control system, finite state machine, automation, relational data model, palletizing

### Введение

Палетизация коробок является типичным дискретным процессом, широко применяемым в логистике и упаковочном производстве. Этот процесс требует высокой точности, устойчивости к ошибкам и способности к конфигурации под различные шаблоны укладки [1]. Автоматизация палетизации обеспечивает повышение производительности, снижение трудозатрат и снижение количества ошибок при укладке [2]. Современ-

ные промышленные системы палетизации, как правило, реализуются с использованием робототехнических комплексов, управляемых программируемыми логическими контроллерами, а логика операций описывается при помощи языков стандарта МЭК 61131-3 – таких как Ladder Diagram, Sequential Function Chart и Structured Text. Несмотря на надёжность этих технологий, они имеют ряд ограничений, особенно на этапах проектирования и сопровождения систем управления.

Ключевым недостатком традиционных решений является жёсткая привязка управляющей логики к среде программирования и конкретному оборудованию. В подавляющем большинстве случаев поведение системы формализуется в виде процедурного кода, что затрудняет визуализацию, верификацию и адаптацию логики при изменении производственных условий. Кроме того, подобная архитектура затрудняет интеграцию с внешними цифровыми системами и плохо масштабируется при добавлении новых состояний или вариантов исполнения.

Различные авторы, как отечественные, так и зарубежные, предпринимали попытки формализовать логику палетизации через модель конечного автомата. Так, в работе X. Chen и его коллег описывается проектирование системы управления палетайзером с помощью программного комплекса RobotStudio. В статье показано, как графические интерфейсы и моделирование могут быть использованы для настройки логики укладки, однако реализация конечного автомата остаётся жёстко связанной с программным обеспечением конкретной платформы [3].

Более универсальные модели, основанные на конечных автоматах, рассматриваются в работах Fragarane G. и соавторов в контексте робототехники, а также в исследованиях Канахина В.С. и Гудинова В.Н. для пищевой промышленности [4; 5]. Однако реализация логики в этих случаях тоже не выходит за пределы кода или структурных схем, что ограничивает гибкость проектирования.

Исследования о встраивании логики конечного автомата непосредственно в реляционную базу данных предприняты в работе Рыбанова А.А. и других. Авторы демонстрируют, как бизнес-процесс «управление заказами» может быть реализован как конечный автомат внутри PostgreSQL с использованием SQL-функций, агрегатов и триггеров. Логика переходов реализована в виде SQL-функции с множеством ветвлений, агрегатная функция вычисляет финальное состояние по истории событий, а триггер гарантирует, что последовательность действий не нарушает бизнес-правила. Однако реализация остаётся жёстко закодированной внутри функций, что ограничивает возможность масштабирования и перенастройки. Все состояния и переходы фиксируются в коде, а не в данных, что снижает адаптивность и препятствует многократному использованию архитектуры для других процессов [6].

Одновременно с этим развивается направление цифрового производства, где всё

большую роль играют цифровые двойники и реляционные модели данных. В таких системах требуется формализованное, адаптируемое и проверяемое представление логики процессов. В работах Mikkelsen H. и соавторов, а также Panushev I. и других показан потенциал SQL и реляционных моделей в управлении цифровыми копиями производственных объектов, однако использование SQL для непосредственного проектирования логики управления в них не рассматривается [7; 8].

На международном уровне тенденция к унификации инженерных данных реализована в стандарте AutomationML, который обеспечивает обмен структурированной информацией между CAD/CAE-системами, программными средствами проектирования программируемого логического контроллера (ПЛК), моделирования и планирования производственных процессов. AutomationML представляет поведение систем, включая конечные автоматы, с использованием формализованных XML-структур: Computer Aided Engineering Exchange (CAEX) для топологии, PLCOpen XML для логики и COLLADA для кинематики. Несмотря на то, что предложенный в настоящем исследовании метод не реализован в формате AutomationML, он во многом соответствует его идеологии. Реализация логики в виде таблиц состояний и переходов, отделение логики от программного кода, поддержка масштабирования и возможность повторного использования – все эти характеристики создают предпосылки для потенциальной совместимости с AutomationML и интеграции с другими средствами цифрового проектирования [9].

На фоне вышеописанных ограничений особенно актуальным становится подход, в котором логика управления технологическим процессом описывается через структуру конечного автомата, реализованную средствами реляционной базы данных и языка SQL. Такой подход был предложен авторами ранее [10] и показал свою эффективность при моделировании процессов сборки. В предлагаемой архитектуре каждое состояние и переход формализуются в виде записей в таблицах базы данных, а логика исполнения задаётся через SQL-триггеры, что обеспечивает реализацию конечного автомата непосредственно в системе управления базами данных (СУБД) без необходимости внешнего программного кода.

С позиции проектирования систем управления, предложенный подход даёт ряд значительных преимуществ. Он обеспечивает формализацию логики на этапе проектирования – до её реализации – что соответ-

ствуется современным требованиям к управлению жизненным циклом автоматизированных систем. Представление логики в виде таблиц состояний и переходов позволяет наглядно описывать поведение системы, упрощая верификацию проекта. Благодаря единому хранилищу логики в базе данных исключается несоответствие между проектной документацией и реализацией. Изменение логики осуществляется путём модификации данных, а не кода, что позволяет легко адаптировать систему под новые требования без перепрограммирования. Более того, такая архитектура создаёт условия для масштабируемости и повторного использования проектных решений: модели на основе конечного автомата могут быть параметризованы, сохранены как шаблоны и перенесены на другие технологические процессы.

Таким образом, предложенный метод сочетает преимущества формальной модели конечного автомата, гибкости SQL и наглядности реляционной структуры. Он оптимизирует процесс проектирования систем управления, делает его более открытым, адаптируемым и интеграционно ориентированным для современных цифровых производств. Настоящая работа посвящена применению этого метода к задаче управления технологическим процессом палетизации коробок. Предлагаемый метод позволяет формализовать процесс палетизации как конечный автомат, описанный средствами SQL и реляционной модели.

**Целью исследования** является разработка метода проектирования системы управления технологическим процессом палетизации коробок на основе модели конечного автомата, реализованной средствами реляционной базы данных и языка SQL.

Исследование направлено на решение следующих задач:

1. Формализовать процесс палетизации как дискретную систему, состоящую из конечного набора состояний и условий переходов между ними.
2. Разработать реляционную структуру данных, позволяющую описывать состояния и переходы в терминах таблиц базы данных.
3. Реализовать управляющую логику на уровне СУБД, обеспечив автоматиче-

ское выполнение переходов посредством триггеров.

4. Обеспечить возможность модификации и расширения логики без необходимости внесения изменений в программный код.

5. Оценить применимость предложенного подхода к проектированию систем управления дискретными производственными процессами в контексте гибких цифровых производств и совместимости с международными стандартами, включая AutomationML.

### Материалы и методы исследования

Объектом исследования является дискретный технологический процесс палетизации коробок на роботизированной установке. Управление осуществляется с использованием роботизированных манипуляторов, конвейерной линии и системы машинного зрения, позволяющей проводить контроль качества продукции до её укладки. Модель технологического процесса представлена на рисунке 1, где отображены основные элементы установки: зоны укладки, механизм подачи и камера системы машинного зрения, расположенная в центральной части конвейерной линии. В процессе работы коробки поочередно подаются на конвейер, проходят через зону сканирования, проверяются системой машинного зрения и в зависимости от результата либо укладываются на палету, либо удаляются как брак. Каждый этап представляет собой логически завершённую операцию, связанную с конкретным управляющим решением.

Для формализации логики управления применяется модель детерминированного конечного автомата [11]:

$$A = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F),$$

где  $Q$  – множество состояний (например, ожидание старта цикла, укладка);

$\Sigma$  – множество входных условий и событий (например, результат работы системы машинного зрения, сигналы датчиков);

$\delta$  – функция переходов;

$q_0$  – начальное состояние;

$F \subseteq Q$  – допускающие состояния автомата.

Конечный автомат для системы управления палетизацией коробок описывается следующим образом:

$$A = \{q_0, q_1, q_{err1}, q_2, q_{err2}, q_3, q_{err3}, q_4, q_{err4}, q_5, q_{err5}, q_6, q_{err6}, \delta, q_0, \{q_0\}\}$$

Множество входных условий и событий будет отражено на графе конечного автомата.

Множество состояний включает рабочее и аварийные этапы, множество входных символов соответствует сигналам от датчиков и результатам обработки коробки, функ-

ция переходов описывает условия перехода между состояниями, начальным состоянием автомата является ожидание запуска, а допускающими считаются состояния, при которых система может вернуться к началу нового цикла.

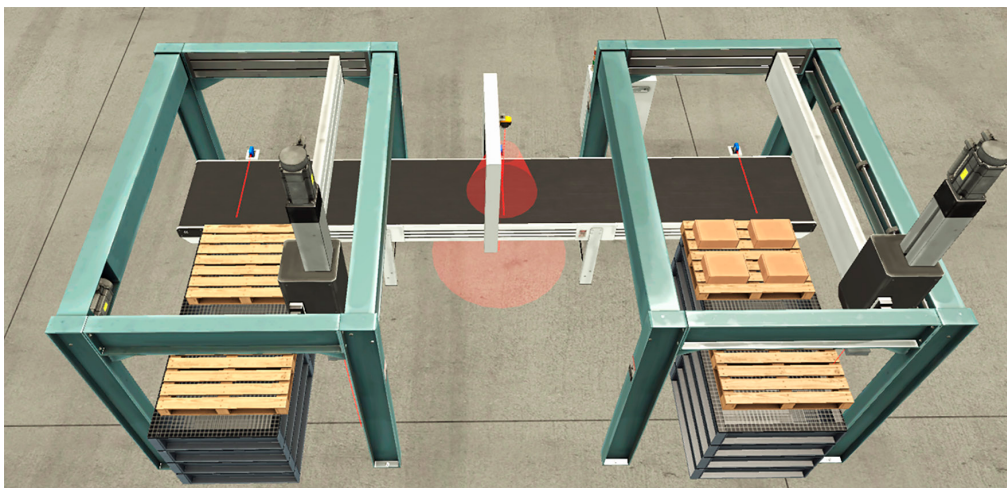


Рис. 1. Модель технологического процесса палетизации коробок  
Источник: составлено авторами

Далее представлено описание всех состояний конечного автомата:

1. Q0 – ожидание старта цикла.
2. Q1 – укладка коробки с палеты роботом № 1 в зону выгрузки конвейера.
3. Q2 – доставка коробки в зону сканирования.
4. Q3 – сканирование коробки системой машинного зрения.
5. Q4 – доставка коробки в зону укладки.
6. Q5 – укладка корректной коробки роботом № 2 на палету.
7. Q6 – удаление бракованной коробки роботом № 2.
8. Q\_err1 – ошибка, связанная с укладкой коробки (коробка не оказалась на конвейере или ошибка работы робота).
9. Q\_err2 – застревание или исчезновение коробки с конвейера.
10. Q\_err3 – ошибки, связанные с работой системы машинного зрения (не распознано коробку за отведенное время или проблемы с камерой).
11. Q\_err4 – застревание или исчезновение коробки с конвейера.
12. Q\_err5 – ошибка, связанная с укладкой коробки (коробка не оказалась на конвейере или ошибка работы робота).
13. Q\_err6 – ошибка, связанная с укладкой коробки (коробка не оказалась на конвейере или ошибка работы робота).

В предложенной архитектуре каждое состояние автомата реализовано в виде отдельной таблицы базы данных, содержащей управляющие сигналы, которые система должна активировать при входе в состояние, флаг активности, определяющий текущее состояние автомата, и метку времени. Каждое состояние описывается строго от-

дельно, что упрощает сопровождение, визуализацию и масштабирование модели.

#### Результаты исследования и их обсуждение

Исходной логикой проектирования послужила блок-схема технологического процесса палетизации (рис. 2), в которой визуально представлены ключевые стадии обработки коробки: от подачи и сканирования до принятия решения и выполнения укладки или удаления. Эта схема легла в основу последующей формализации логики автомата и трансформации в реляционную структуру базы данных.

Переходы между состояниями оформляются как таблицы, где фиксируются условия, при выполнении которых автомат переходит из одного состояния в другое. Эти условия задаются в виде булевых и числовых параметров, таких как результат анализа системы машинного зрения или наличие коробки в определённой зоне. Название таблицы перехода (например, transition\_Q3\_Q4) определяет направление перехода, что исключает необходимость хранения избыточной информации о начальном и конечном состоянии внутри таблицы. В момент, когда создаётся запись об активном состоянии (например, state\_Q3), SQL-триггер проверяет наличие допустимого перехода с подпадающими условиями. При их выполнении создаётся новая запись в целевом состоянии (например, state\_Q4), активируя соответствующее управляющее воздействие и фиксируя момент перехода. Все ранее активные записи в исходном состоянии деактивируются, что обеспечивает уникальность текущего состояния автомата.

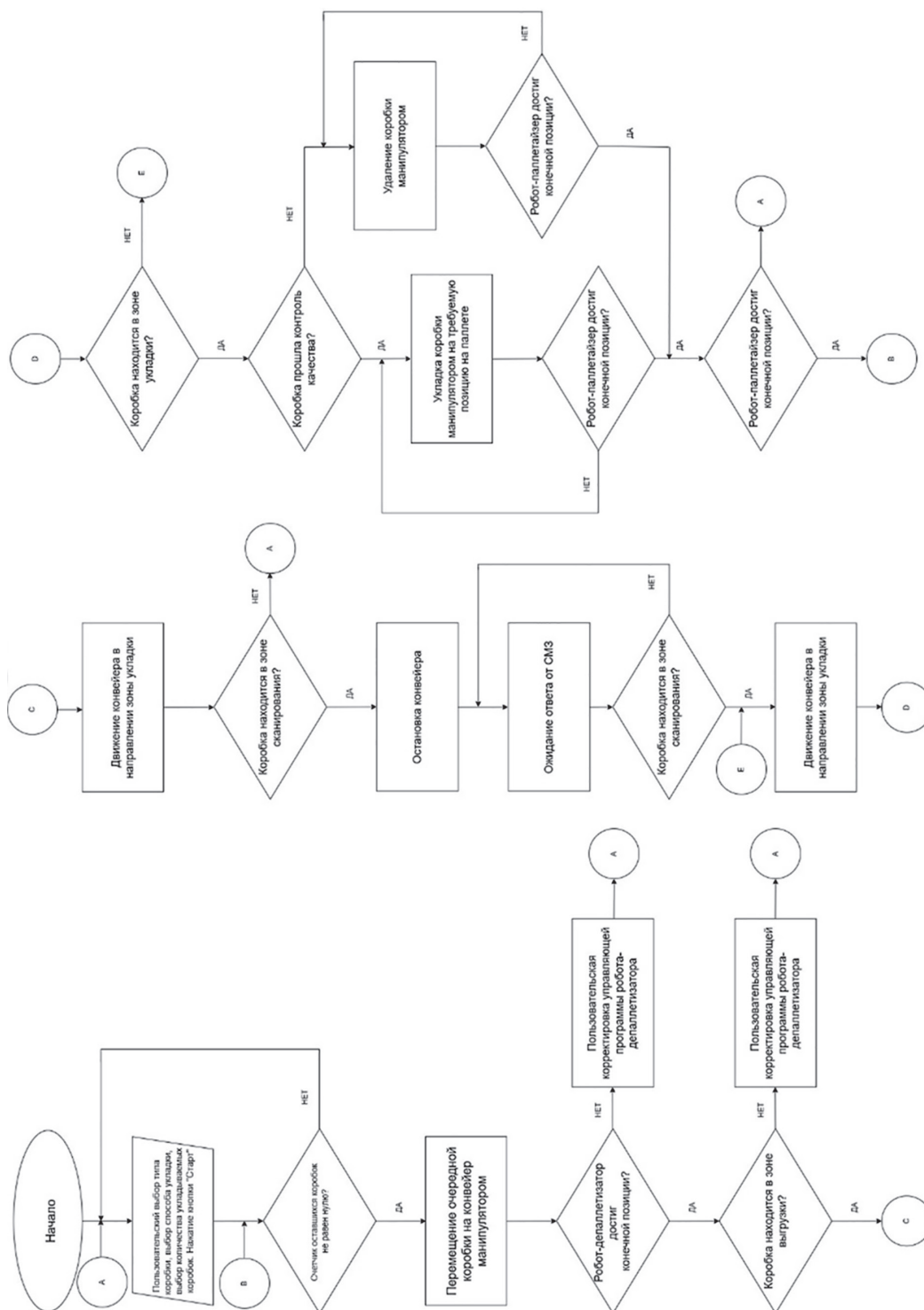


Рис. 2. Обобщенная блок-схема технологического процесса палетизации коробок  
 Источник: составлено авторами

Реализация переходов полностью основана на SQL-триггерах, которые работают на вставку новых записей в таблицы состояний и не изменяют саму строку, вызвавшую триггер. Это обеспечивает корректную работу в рамках ограничений системы управления базами данных MySQL. Деактивация предыдущих состояний реализована прямо в триггере за счёт команды UPDATE, не нарушающей ограничения языка SQL, поскольку воздействие осуществляется на другие строки таблицы. Таким образом, конечный автомат работает полностью автономно: при любом успешном переходе всегда существует одно активное состояние.

Непрерывно производится логирование изменений состояния: все таблицы содержат поле timestamp, отражающее момент входа в состояние, а таблицы переходов – поле last\_triggered, регистрирующее момент активации перехода. Эти данные могут быть использованы для анализа поведения системы, отладки и визуализации истории исполнения.

Структура системы ориентирована на интеграцию с внешними цифровыми платформами. Благодаря тому, что вся ло-

гика описана в виде данных, цифровой двойник может считывать активные состояния, отслеживать выполнение автоматных переходов, реагировать на события или даже управлять автоматом через интерфейс к базе данных [12]. Такая совместимость соответствует идеологии цифрового производства и принципам стандарта AutomationML, обеспечивая возможность формализованного описания поведения системы и обмена данными между инженерными инструментами [13].

Предложенный метод сочетает строгость математической модели конечного автомата и гибкость реляционной модели данных. Он обеспечивает масштабируемость, повторное использование логики, верифицируемость, что делает его эффективным для задач цифрового инжиниринга и проектирования интеллектуальных систем управления.

На основании разработанной структуры управления был реализован конечный автомат, отображающий последовательность этапов процесса палетизации коробок. Общая логика работы системы представлена в виде графа состояний, приведённого на рисунке 3.

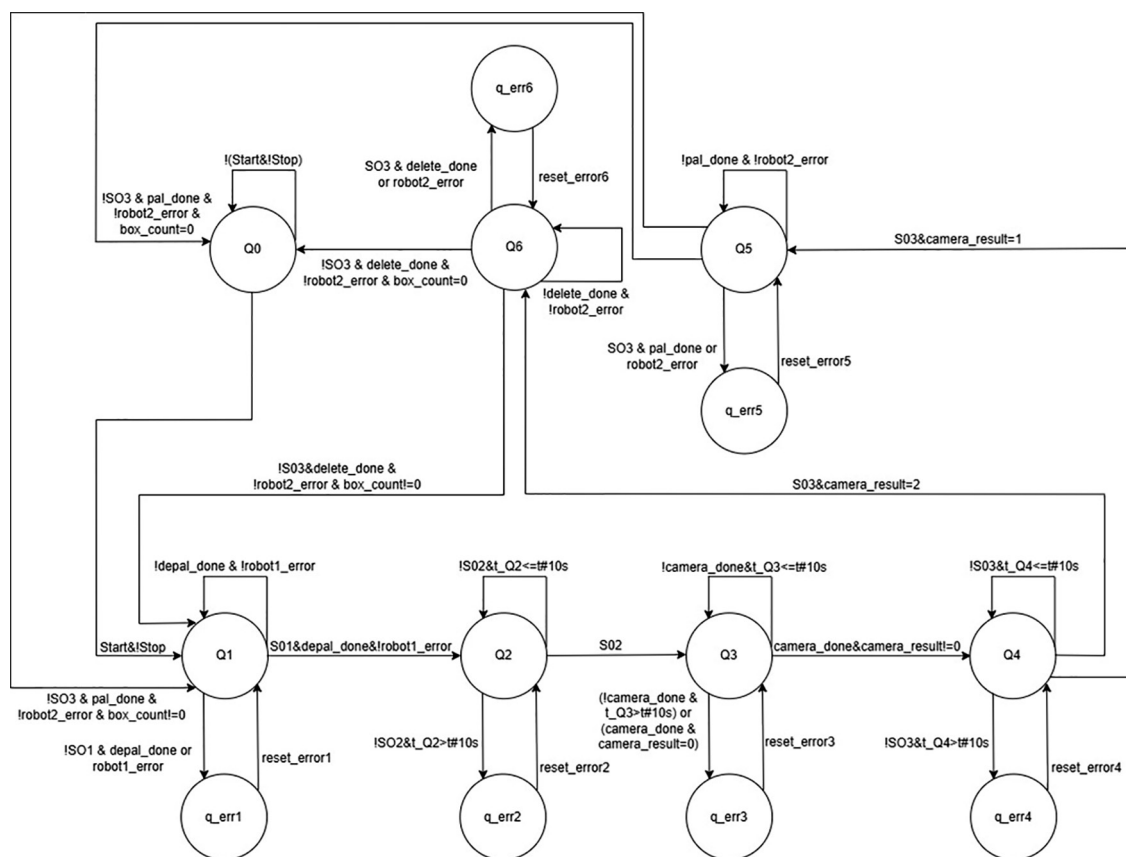


Рис. 3. Граф конечного автомата палетизации коробок  
Источник: составлено авторами

В графе описаны как основные рабочие этапы (подача, сканирование, укладка), так и ветви аварийной обработки (ошибки датчиков, отказ системы машинного зрения, остановка робота). Такое представление позволяет наглядно визуализировать поведение системы и служит основой для построения табличной модели автомата в реляционной базе данных [14]. Основное внимание уделяется созданию формальной, наглядной и масштабируемой структуры логики управления, представленной в виде таблиц состояний и переходов, с автоматическим исполнением переходов при помощи встроенных SQL-триггеров.

Результатом работы является универсальный подход, позволяющий проектировать и реализовывать системы дискретного управления с высокой степенью адаптивности, повторного использования и интеграции с внешними ИТ-средами. На примере процесса палетизации демонстрируется то, как описанная модель может быть практически применена для создания управляемой структуры с чётко определёнными логическими переходами и прозрачной архитектурой.

Описание переходов состояний:

1.  $Q_0 \rightarrow Q_0$  – не поступило команды на старт цикла (Start) при неактивной кнопке остановки (!Stop).

2.  $Q_0 \rightarrow Q_1$  – поступила команда на старт цикла (Start) при неактивной кнопке остановки (!Stop).

3.  $Q_1 \rightarrow Q_1$  – не завершена укладка коробки на конвейер (!depal\_done) при отсутствии ошибок по роботу № 1 (!robot1\_error).

4.  $Q_1 \rightarrow Q_{err1}$  – поступил сигнал о завершении выкладки коробки на конвейер (depal\_done) при отсутствии сигнала от датчика наличия коробки (!SO1) или ошибка по роботу № 1 (robot1\_error).

5.  $Q_{err1} \rightarrow Q_1$  – возврат из ошибки сигналом от пользователя об устранении причин ошибки (reset\_error1).

6.  $Q_1 \rightarrow Q_2$  – поступил сигнал о завершении укладки коробки на конвейер (depal\_done) при наличии сигнала от датчика наличия коробки (SO1) без ошибок по роботу № 1 (!robot1\_error).

7.  $Q_2 \rightarrow Q_2$  – коробка не доехала по конвейеру до зоны сканирования машинным зрением (!SO2), время движения не более 10 секунд ( $t_{Q2} \leq t\#10s$ ).

8.  $Q_2 \rightarrow Q_{err2}$  – коробка не доехала по конвейеру до зоны сканирования машинным зрением (!SO2), время движения более 10 секунд ( $t_{Q2} > t\#10s$ ).

9.  $Q_{err2} \rightarrow Q_2$  – возврат из ошибки сигналом от пользователя об устранении причин ошибки (reset\_error2).

10.  $Q_2 \rightarrow Q_3$  – коробка доехала по конвейеру до зоны сканирования машинным зрением (SO2).

11.  $Q_3 \rightarrow Q_3$  – система машинного зрения не завершила обработку (!camera\_done), время работы не более 10 секунд ( $t_{Q3} \leq t\#10s$ ).

12.  $Q_3 \rightarrow Q_{err3}$  – система машинного зрения не завершила обработку (!camera\_done), время работы более 10 секунд ( $t_{Q3} > t\#10s$ ), или система машинного зрения завершила обработку (camera\_done), но не распознала объект (camera\_result=0).

13.  $Q_{err3} \rightarrow Q_3$  – возврат из ошибки сигналом от пользователя об устранении причин ошибки (reset\_error3).

14.  $Q_3 \rightarrow Q_4$  – система машинного зрения завершила работу (camera\_done), объект распознан (camera\_result!=0).

15.  $Q_4 \rightarrow Q_4$  – коробка не доехала по конвейеру до зоны укладки (!SO3), время движения не более 10 секунд ( $t_{Q4} \leq t\#10s$ ).

16.  $Q_4 \rightarrow Q_{err4}$  – коробка не доехала по конвейеру до зоны сканирования машинным зрением (!SO3), время движения более 10 секунд ( $t_{Q4} > t\#10s$ ).

17.  $Q_{err4} \rightarrow Q_4$  – возврат из ошибки сигналом от пользователя об устранении причин ошибки (reset\_error4).

18.  $Q_4 \rightarrow Q_5$  – коробка доехала по конвейеру до зоны сканирования машинным зрением (SO3), и она пригодна для погрузки на палету (camera\_result=1).

19.  $Q_4 \rightarrow Q_6$  – коробка доехала по конвейеру до зоны сканирования машинным зрением (SO3), и она непригодна для погрузки на палету (camera\_result=2).

20.  $Q_5 \rightarrow Q_5$  – не завершена укладка коробки на палету (!pal\_done) при отсутствии ошибок по роботу № 2 (!robot2\_error).

21.  $Q_5 \rightarrow Q_{err5}$  – поступил сигнал о завершении укладки коробки на палету (pal\_done) при наличии сигнала от датчика наличия коробки (SO3) или ошибка по роботу № 2 (robot2\_error).

22.  $Q_{err5} \rightarrow Q_5$  – возврат из ошибки сигналом от пользователя об устранении причин ошибки (reset\_error5).

23.  $Q_5 \rightarrow Q_1$  – отсутствует коробка на конвейере (!SO3), укладка коробки на палету окончена (pal\_done), отсутствуют ошибки по роботу № 2 (!robot2\_error), на разгружаемой палете еще остались коробки (box\_count!=0).

24.  $Q_5 \rightarrow Q_0$  – отсутствует коробка на конвейере (!SO3), укладка коробки на палету окончена (pal\_done), отсутствуют ошибки по роботу № 2 (!robot2\_error), на разгружаемой палете не осталось коробок (box\_count=0).

25.  $Q_6 \rightarrow Q_6$  – не завершено удаление коробки (!pal\_done) при отсутствии ошибок по роботу № 2 (!robot2\_error).

26.  $Q_6 \rightarrow Q_{err6}$  – поступил сигнал о завершении удаления коробки (delete\_done) при наличии сигнала от датчика наличия коробки (SO3) или ошибка по роботу № 2 (robot2\_error).

27.  $Q_{err6} \rightarrow Q_6$  – возврат из ошибки сигналом от пользователя об устранении причин ошибки (reset\_error6);

28.  $Q_6 \rightarrow Q_1$  – отсутствует коробка на конвейере (!SO3), удаление коробки завершено (delete\_done), отсутствуют ошибки по роботу № 2 (!robot2\_error), на разгружаемой палете остались коробки (box\_count!=0).

29.  $Q_6 \rightarrow Q_0$  – отсутствует коробка на конвейере (!SO3), удаление коробки завершено (delete\_done), отсутствуют ошибки по ро-

боту № 2 (!robot2\_error), на разгружаемой палете не осталось коробок (box\_count=0).

Реализация автомата выполнена средствами СУБД MySQL, где каждое состояние представлено отдельной таблицей с флагом активности и управляющими параметрами. Переходы формализованы как отдельные таблицы с условиями и логикой срабатывания. Управление переходами осуществляется через SQL-триггеры, автоматически проверяющие соблюдение условий и переключающие активное состояние.

Ниже показана структура таблиц: пример для состояния Q3 (сканирование коробки), состояния Q4 (транспортировка в зону укладки) и перехода между ними (листинг 1).

Листинг 1. Создание таблиц состояний и переходов.

```
-- Состояние Q3
CREATE TABLE state_Q3 (
  id INT PRIMARY KEY AUTO_INCREMENT,
  camera_trigger BOOLEAN DEFAULT TRUE,
  camera_done BOOLEAN,
  camera_result INT,
  active BOOLEAN DEFAULT FALSE,
  timestamp DATETIME DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP
);
-- Состояние Q4
CREATE TABLE state_Q4 (
  id INT PRIMARY KEY AUTO_INCREMENT,
  conveyor_enable BOOLEAN DEFAULT TRUE,
  active BOOLEAN DEFAULT FALSE,
  timestamp DATETIME DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP
);
-- Переход Q3 → Q4
CREATE TABLE transition_Q3_Q4 (
  id INT PRIMARY KEY AUTO_INCREMENT,
  camera_done BOOLEAN NOT NULL,
  camera_result INT NOT NULL,
  last_triggered DATETIME
);
```

Все таблицы, описывающие состояния конечного автомата, имеют обязательные атрибуты:

1) Id – уникальный идентификатор записи;

2) Active – флаг, указывающий, является ли данная запись текущим активным состоянием автомата;

3) Timestamp – метка времени, фиксирующая момент входа в состояние. Используется для логирования и отладки.

Остальные атрибуты таблиц созданы в зависимости от целевого назначения состояния. Например, таблица state\_Q3 имеет атрибут camera\_trigger – булевый параметр, определяющий управляющее воздействие – активацию системы машинного зрения. По умолчанию установлен в TRUE, что означает, что при входе в это состоя-

ние должно быть инициировано сканирование. Таблица state\_Q4 содержит атрибут conveyor\_enable – булевый флаг, определяющий управляющее воздействие – включение ленты конвейера.

Таблицы переходов состоят из параметров, реализующих условия на графе конечного автомата.

Автоматизированный переход конечного автомата реализуется через триггер (листинг 2). Триггер trg\_transition\_Q3\_to\_Q4 срабатывает каждый раз при вставке новой записи в таблицу state\_Q3, то есть при активации состояния сканирования коробки. Он извлекает входные параметры (camera\_done, camera\_result) и сравнивает их с условиями, заданными в таблице переходов transition\_Q3\_Q4. Если условия совпадают (например, камера завершила ана-

лиз, а результат обработки – положительный) и новая запись активна (NEW.active = TRUE), происходит следующее:

1) деактивация всех записей в state\_Q3, чтобы гарантировать единственность активного состояния;

2) добавление новой активной записи в state\_Q4, сигнализирующей о запуске конвейера (через conveyor\_enable = TRUE);

3) фиксация времени срабатывания перехода в таблице transition\_Q3\_Q4 с помощью обновления поля last\_triggered.

Листинг 2. Триггер для автоматического перехода состояний.

```
-- Триггер: автоматическое выполнение перехода
DELIMITER $$
CREATE TRIGGER trg_transition_Q3_to_Q4
AFTER INSERT ON state_Q3
FOR EACH ROW
BEGIN
    DECLARE match_count INT;
    SELECT COUNT(*) INTO match_count
    FROM transition_Q3_Q4
    WHERE camera_done = NEW.camera_done
    AND camera_result = NEW.camera_result;
    IF NEW.active = TRUE AND match_count > 0 THEN
        UPDATE state_Q3
        SET active = FALSE
        WHERE active = TRUE;
        INSERT INTO state_Q4 (conveyor_enable, active)
        VALUES (TRUE, TRUE);
        UPDATE transition_Q3_Q4
        SET last_triggered = NOW()
        WHERE camera_done = NEW.camera_done
        AND camera_result = NEW.camera_result;
    END IF;
END$$
DELIMITER ;
```

Сравнение методов проектирования дискретной логики управления

| Критерий                                                    | Традиционный метод<br>(языки стандарта МЭК 61131-3)                                                      | Предложенный метод<br>(конечный автомат +<br>реляционная модель данных) |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Поддержка верификации и тестирования                        | Отладка проекта средствами конкретной среды разработки только непосредственно при разворачивании проекта | Поддержка формальных методов проектирования и верификации               |
| Отделение логики от исполнения                              | Логика завязана на развертывании на конкретном ПЛК                                                       | Полное: логика описана в таблицах и отделена от конкретной платформы    |
| Модифицируемость проектируемой системы управления           | Требуется изменение всех компонентов, использующих модифицированный блок                                 | Добавление новых состояний и переходов – без рефакторинга всей логики   |
| Средства трассировки и логирования                          | Ограниченные – через внешние средства                                                                    | Встроенные временные метки и состояния в базе данных                    |
| Масштабируемость проектируемой системы управления           | Централизованная: отсутствуют средства создания логики управления распределенными системами              | Централизованная и распределенная                                       |
| Структурная модель поведения                                | Зависит от структуры кода; поведение часто распределено по блокам и трудно читается                      | Формализована как конечный автомат с явными состояниями и переходами    |
| Интеграция с цифровыми платформами (SCADA/MES/Digital Twin) | Требуется адаптеров и шлюзов для обмена данными                                                          | Нативное считывание и управление из SCADA, цифровых двойников           |

Источник: составлено авторами по результатам проведенных экспериментов.

Функционирование описанного автомата было протестировано на производственном стенде предприятия ООО «ВЕКАС», где имитировались рабочие и аварийные сценарии. Автомат демонстрировал устойчивость, корректную реакцию на сигналы, последовательную активацию состояний, а также восстановление из аварий. Временные метки (timestamp, last\_triggered) позволили отследить всю цепочку действий и подтвердили надёжность исполнения логики в реальном времени.

Для оценки практической значимости предложенного метода проектирования был проведён сравнительный анализ по ряду критериев. В таблице противопоставлены традиционный подход, основанный на использовании программируемых логических контроллеров и языков стандарта МЭК 61131-3 [15], и предложенная архитектура, реализующая управляющую логику средствами реляционной модели и SQL.

Таким образом, результаты реализации подтверждают применимость реляционного представления конечного автомата как основы для построения гибкой, формализованной и проверяемой системы управления, соответствующей требованиям современных цифровых производств.

### Заключение

Предложенный метод проектирования логики систем управления технологическими процессами с использованием конечного автомата, реализованного средствами реляционной модели и SQL, представляет собой альтернативу традиционным подходам, ориентированным на процедурное кодирование. Он не подменяет классические ПЛК-системы, а расширяет инструментарий разработчика на этапах предварительного проектирования, моделирования и цифровой верификации логики.

Основное преимущество метода заключается в чётком разделении поведения системы и её реализации: логика существует как структура данных, поддающаяся быстрому изменению. Это открывает возможность интеграции с внешними цифровыми системами – от SCADA до цифровых двойников, а также упрощает перенос логики на другие объекты управления.

Поскольку автомат представлен в виде таблиц, его поведение может быть прослежено, зафиксировано, проанализировано и повторно использовано. Такой подход обеспечивает прозрачность, поддержку жизненного цикла системы и адаптацию к условиям гибкого производства. Полученные результаты демонстрируют потенциал реляционной модели как эффективного средства для описания дискретной логики в цифровой среде.

### Список литературы

1. Cid N., Rico J.J., Pérez-Orozco R., Larranaga A. Experimental Study of the Performance of a Laboratory-Scale ESP with Biomass Combustion: Discharge Electrode Disposition, Dynamic Control Unit and Aging Effect // Sustainability. 2021. Vol. 13. № 18. DOI: 10.3390/su131810344.
2. Cangea O., Petrescu V.-B. Study and design of an automated pallet system // Romanian Journal of Petroleum & Gas Technology. 2022. Vol. 3. № 74. P. 49-56. DOI: 10.51865/JPGT.2022.02.05.
3. Xiaokang Chen, Yin Zhou, Bin Yang, Xinghua Miao. Designing Control System of Palletizing Robot Based on RobotStudio // Journal of Physics Conference Series. 2022. Vol. 2024(1). № 012039. DOI: 10.1088/1742-6596/2402/1/012039.
4. Giuseppe Frapagane, Rene de Koster, Fabio Sgarbossa, Jan Ola Strandhagen. Planning and control of autonomous mobile robots for intralogistics: Literature review and research agenda // European Journal of Operational Research. 2021. Vol. 294. № 2. P. 405-426. DOI: 10.1016/j.ejor.2021.01.019.
5. Канахин В.С., Гудинов В.Н. Применение теории конечных автоматов при проектировании дискретных САУ цикловыми технологическими процессами в пищевой промышленности // ИТ. Наука. креатив: Материалы I Международного форума: в 5-ти томах, Омск, 14–16 мая 2024 года. Москва: Колос-с, 2024. С. 191-199. EDN: CIFYVI.
6. Рыбанов А.А., Свиридова О.В., Филиппова Е.М. Автоматный подход к реализации логики автоматизируемых бизнес-процессов в реляционных базах данных // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки. 2023. № 3 (326). С. 40-47. DOI: 10.53598/2410-3225-2023-3-326-40-47.
7. Peter H. Mikkelsen, Cláudio Gomes, Peter G. Larsen. Survey on open-source digital twin frameworks – A case study approach // Software: Practice and Experience. 2024. Vol. 54. № 6. P. 929-960. DOI: 10.1002/spe.3305.
8. Mokhtari K., Panushev I., McArthur J.J. Development of a Cognitive Digital Twin for Building Management and Operations // Frontiers in Built Environment. 2022. Vol. 8. DOI: 10.3389/fbuil.2022.856873.
9. AutomationML: Engineering Data Exchange Format for Use in Industrial Automation Systems Engineering. IEC 62714 Series. URL: <https://www.automationml.org> (дата обращения: 17.04.2025).
10. Холопо В.А., Клягин М.М., Огорельцев Р.М. Метод моделирования конечных автоматов технологических процессов с применением языка SQL // Информационные и математические технологии в науке и управлении. 2025. № 1(37). С. 92-103. DOI: 10.25729/ESI.2025.37.1.009.
11. Закирзянов И.Т. Построение детерминированных конечных автоматов по примерам поведения с использованием подхода уточнения абстракции по контрпримерам // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2020. Т. 20. № 3. С. 394-401. DOI: 10.17586/2226-1494-2020-20-3-394-401.
12. Кузнецов Н.А., Антонов С.В. Использование автоматного подхода для проектирования сетевой информационно-управляющей системы // Вестник компьютерных и информационных технологий. 2024. Т. 21. № 3 (237). С. 37-43. DOI: 10.14489/vkit.2024.03.pp.037-043.
13. Чистяков О.В., Благовещенская М.М., Рылов С.А., Веселов М.В., Благовещенский В.Г., Михайлов А.В. База для описания Цифрового двойника в рамках единой технологической системы управления с использованием формата AUTOMATIONML // Интеллектуальные автоматизированные управляющие системы в биотехнологических процессах: сборник докладов всероссийской научно-практической конференции, Москва, 29 марта 2023 года. Москва: Российский биотехнологический университет; ЗАО «Университетская книга», 2023. С. 336-343. EDN RIJMSR.
14. Клягин М.М., Зайцев И.Ю. Особенности проектирования баз данных производственных процессов // Концепция устройства современного мира в эпоху цифры: сборник научных трудов по материалам Международного научного форума, Москва, 15 декабря 2023 года. М.: Алеф, 2023. С. 93-102. DOI: 10.26118/1300.2023.63.84.006.
15. ГОСТ Р МЭК 61131-3-2016. Программируемые контроллеры. Часть 3. Языки программирования. Введ. 2017-04-01. М.: Стандартинформ, 2017. <https://meganorm.ru/Data2/1/4293755/4293755016.pdf> (дата обращения: 15.03.2025).

## НАУЧНЫЙ ОБЗОР

УДК 004.912

DOI 10.17513/snt.40424

**ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ПОДХОДОВ К АВТОМАТИЗАЦИИ  
РЕЦЕНЗИРОВАНИЯ ТЕКСТОВ СЛОЖНЫХ РАБОТ  
СТУДЕНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ****Бондарев Ю.А., Терещенко В.В., Марцинкевич В.И., Духанов А.В.***ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО»,  
Санкт-Петербург, e-mail: yuabondarev@itmo.ru*

Рецензирование текстов сложных документов, то есть документов, как имеющих сложную структуру, так и затрагивающих значительное количество вопросов, является неотъемлемой составляющей образовательного процесса и научно-исследовательской деятельности. Однако данный процесс требует внимания, глубокого анализа и индивидуального подхода, что сложно обеспечить при возрастающем объеме научных работ. В связи с этим актуальной становится задача автоматизации рецензирования. Целью данного исследования является сравнительный анализ методов автоматизации рецензирования научных текстов для выявления наиболее эффективных подходов. Для проведения обзора было проанализировано 176 актуальных исследовательских и обзорных статей из открытых баз ScienceDirect и IEEEExplore, опубликованных не ранее 1 января 2015 г., из которых было выбрано 40. Выбранные источники были разделены на четыре группы по виду используемых методов: статистические методы, методы обработки естественного языка с машинным обучением, большие языковые модели, в том числе с дополнительными функциями. Для каждой из групп методов выявлены основные функции и оценена глубина решения задачи рецензирования. Проведенный сравнительный анализ методов показывает, что наибольшую эффективность и глубину решения задачи рецензирования показывают большие языковые модели с дополнительными функциями (прежде всего дополнительно обученные). Вместе с тем для более эффективного использования вычислительных ресурсов предлагается комплексный подход, объединяющий как большие языковые модели, так и методы обработки естественного языка.

**Ключевые слова:** автоматическое рецензирование, обработка естественного языка, большие языковые модели, тонкая настройка, качество научного текста

**A REVIEW OF MODERN APPROACHES TO AUTOMATING  
THE REVIEW OF TEXTS OF COMPLEX ACADEMIC  
PAPERS BY STUDENTS AND YOUNG SCIENTISTS****Bondarev Yu.A., Tereschenko V.V., Martsinkevich V.I., Dukhanov A.V.***ITMO University, Saint Petersburg, e-mail: yuabondarev@itmo.ru*

Reviewing texts of complex documents, that is, documents that have both a complex structure and address a significant number of issues, is an integral part of the educational process and research activities. However, this process requires attention, in-depth analysis and an individual approach, which is difficult to ensure with an increasing volume of scientific work. In this regard, the task of review automation becomes urgent. The purpose of this study is a comparative analysis of methods for automating the review of scientific texts in order to identify the most effective approaches. To conduct the review, 176 relevant research and review articles from the open databases ScienceDirect and IEEEExplore were analyzed, published no earlier than January 1, 2015, of which 40 were selected. The selected sources were divided into 4 groups according to the type of methods used: statistical methods, natural language processing methods with machine learning, large language models, including those with additional functions. For each of the groups of methods, the main functions were identified and the depth of the review problem solution was assessed. A comparative analysis of the methods shows that large language models with additional functions (primarily additionally trained ones) show the greatest effectiveness and depth of solving the review problem. At the same time, an integrated approach combining both large language models and natural language processing methods is proposed for more efficient use of computing resources.

**Keywords:** automatic review, natural language processing, large language models, fine-tuning, scientific text quality

**Введение**

Рецензирование текстов сложных документов, то есть документов, имеющих как сложную структуру, так и значительное количество рассматриваемых вопросов, подготовленных студентами и молодыми учеными, является неотъемлемой составляющей как образовательного процесса, так и научно-исследовательской деятельности.

Примерами таких документов являются научные статьи, курсовые работы и проекты, выпускные квалификационные работы. Анализ таких документов требует от рецензента внимательного анализа, глубокого понимания предметной области выполненного исследования и индивидуального подхода к каждой работе [1]. Увеличение количества текстов и связанное с этим воз-

растание объема работы экспертов, необходимость соблюдения сроков рассмотрения работ, а также то, что работа рецензента чаще всего не оплачивается, делают процесс рецензирования особенно напряженным и влияют на качество рецензирования [2]. В связи с этим возрастает потребность в интеллектуальных инструментах, способных поддерживать рецензента, снизить рутинную нагрузку, структурировать информацию и обеспечить более эффективное взаимодействие с материалами [3]. Таковыми инструментами являются методы обработки естественного языка, основанные как на статистических и лингвистических характеристиках текстов, так и на технологиях искусственного интеллекта, например большие языковые модели. Исходя из этого, актуальным является обзор и сравнительный анализ методов автоматизации рецензирования для обнаружения их основных преимуществ, недостатков и ограничений с целью определения наиболее эффективной стратегии использования данных методов для анализа текстов.

**Цель исследования** – оценка состояния исследования в области автоматизации рецензирования сложных академических и научных работ на основе аналитического обзора актуальных научных источников.

#### **Материалы и методы исследования**

В ходе работы были проведены исследование, обзор и сравнительный анализ актуальных научно-исследовательских работ по теме автоматического рецензирования и оценки научных и академических работ. Анализировались рецензируемые научные статьи и обзоры, опубликованные не ранее 1 января 2015 г., из открытых баз данных ScienceDirect и IEEEExplore. Критерий отбора публикаций: соответствие тематике исследования (обработка естественного языка (Natural Language Processing, NLP), автоматизация рецензирования научных текстов). Было проанализировано 176 публикаций, из которых, в соответствии с современной методологией проведения анализа источников PRISMA [4], для аналитического обзора было избрано 40 публикаций. Далее приводятся результаты аналитического обзора источников, разделенных на четыре группы по уровню применения технологий: статистические методы – 8 публикаций, методы обработки естественного языка с базовым машинным обучением – 14, большие языковые модели – 8 публикаций, большие языковые модели с дополнительными функциями – 6. Кроме того, 4 публикации использовались как источники общей информации о предметной области.

#### **Результаты исследования и их обсуждение**

##### **1. Статистические методы обработки естественного языка**

На первом этапе были рассмотрены статистические методы анализа текста, основанные на анализе частотности слов и фраз, их распределении, а также на выявлении статистических связей без глубокого учета семантического содержания. Оценка и анализ актуальности, новизны и значимости научных и практических работ с использованием статистических методов, как правило, сводится к определению частотности ключевых терминов в сопоставлении с другими текстами. Для извлечения ключевых слов часто используют метод TF-IDF (Term Frequency – Inverse Document Frequency). Данный метод основан на анализе частоты слов в тексте. Так как частота использования не является достаточным показателем значимости слова, метод TF-IDF зачастую дополняется иными методами. Различные коллективы авторов используют данный метод как в сочетании с расчетом весов выбранных ключевых слов с учетом предварительно заданных тематик (Z. Wang и др., 2021) [5], так и вместе с отбором тех ключевых понятий, частота которых ниже (L.C. Chen, 2024) [6]. В обоих случаях авторы достигают увеличения точности не менее чем на 10% в сравнении со стандартным TF-IDF. Z. Xu и J. Zhang также предлагают комбинирование TF-IDF с методом TextRank, что позволяет учитывать не только частоту, но и связи между словами, в связи с чем также увеличивается точность извлечения ключевых слов [7]. Научная значимость также может быть оценена через анализ цитируемости, однако этот метод применим лишь ретроспективно.

Статистические методы используются и для тематического моделирования, то есть анализа основных тематик текста. Тематическое моделирование также может быть способом оценки актуальности, новизны и значимости работы, так как этот метод позволяет выявить основные темы текста и сравнить их с доминирующими темами в предметной области. Наиболее распространенный статистический метод тематического моделирования – LDA (Latent Dirichlet allocation). Данный метод позволяет не только извлекать перечень тем, но и анализировать изменения тематик с течением времени, что и показано в работе С.К. Kreutz [8]. Для данного метода также возможны улучшения. Один из вариантов улучшения, предложенных R.K. Gupta, R. Agarwalla и др., – комбини-

рование методов TF-IDF и LDA, что дает увеличение точности на 41 % по сравнению с применением только LDA [9]. Иной метод тематического моделирования предложен М.К. Alsmadi, М. Alzaqebah и др., в работе которых сравнение тематик текстов осуществляется путем подсчета расстояния Левенштейна, что, по сути, является оценкой их сходства. Данный метод может быть использован при заранее не определенном наборе тематик в коллекции документов [10].

Оценка качества научного стиля текста, в том числе связности, также возможна с помощью статистических методов. Качество и читаемость текста могут быть оценены по длине предложений, разнообразию словаря и иным текстовым характеристикам. S. Lei и R. Yang в своей работе проводят оценку лексического разнообразия текстов научных статей с помощью нескольких параметров, например Type-Token Ratio [11]. Другой параметр качества текста – связность текста. Вариант оценки связности на уровне предложений и абзацев с помощью комбинации статистических и графовых методов приводят в своем исследовании V. Sebestyén, E. Domokos, и J. Abonyi; предложенный авторами метод позволяет анализировать и визуализировать связи между терминами текста [12].

Несмотря на широкое применение, статистические методы обладают существенными ограничениями. Они не учитывают контекстуальные и семантические особенности текста, вследствие чего оказываются неспособны к глубокому содержательному анализу, включая оценку логичности аргументации и достоверности представленных данных.

2. Методы обработки естественного языка с базовым машинным обучением

В данной части обзора рассмотрены как лингвистические ориентированные подходы, так и элементы базового машинного обучения. Оценка актуальности, новизны и значимости работы может осуществляться, в частности, через классификацию по предметным областям. Н. Chen, L. Wu и др. используют классификатор «случайный лес» на примере законодательных актов [13]. Данный метод можно применять и к текстам другого вида, в том числе к научным текстам.

Анализ тональности текста может помочь выявить степени уверенности или субъективности в утверждениях автора. Н. Raza, М. Faizan и др. сравнивают различные алгоритмы классификации для оценки тональности научного текста и выясняют, что наилучшей точностью обладает байесовский классификатор [14].

Методы обработки естественного языка могут также использоваться для извлечения ключевых сущностей в тексте. Пример – задача NER (Named Entity Recognition, распознавание именованных сущностей), которая может быть решена различными методами. О.А. Tarasova, А.В. Rudik и др. предлагают решение задачи NER, основанное на байесовском классификаторе, для поиска основных химических терминов и формул [15]. Другое решение задачи NER, основанное на векторных представлениях слов и нейронных сетях LSTM (Long Short-Term Memory), используется для извлечения медицинских терминов и состояний пациента из историй болезни (Y. Zhuang и др., 2024) [16]. Следует отметить, что рассмотренные решения могут быть адаптированы под различные предметные области.

Для установления связей между ключевыми сущностями может также использоваться метод извлечения отношений (Relation Extraction), способствующий лучшему пониманию текста. К. Detroja, С.К. Bhensdadia и В.С. Bhatt в своей работе приводят обзор основных методов извлечения отношений и делают вывод, что как сверточные, так и рекуррентные нейронные сети могут быть эффективны для данной задачи [17]. Данные выводы подкрепляют В. Guo, J. Meng и др., используя графовые сверточные нейронные сети для извлечения отношений из медицинских текстов, и также достигают высокой точности работы реализованного ими метода [18].

Модели последовательностей, такие как CRF (Conditional Random Field), LSTM, также могут использоваться для выделения ключевых фрагментов и структурных элементов научного текста. N. Giarelis и N. Karacapilidis провели обзор различных методов извлечения ключевых сущностей, и выявлено, что наиболее эффективно с задачей справляются нейронные сети глубокого обучения [19]. Q. Chen и др. предлагают использовать сверточные нейронные сети для извлечения ключевых фраз вида факт-условие (Fact-Condition Statements) из текста, дополненного таблицами [20]. Для извлечения ключевых сущностей и фрагментов также используют векторные представления слов или предложений. А. Sharma и S. Kumar используют модель Word2Vec в сочетании с классификацией (по методу k ближайших соседей) для извлечения знаний в области инженерии на основе семантики текста [21]. X. Wu, Y. Liu и др. также используют метод семантического поиска для извлечения ключевых сущностей, а именно траекторий движения [22]. При автоматическом рецензировании

приведенные методы могут быть использованы для извлечения целей и задач исследования, так как данные части текста чаще всего имеют схожую структуру.

Поскольку ключевые сущности могут быть представлены в тексте в различных формах, применяются методы разрешения кореференции. Пример такого метода с высокой точностью функционирования, основанный на анализе событий с помощью нейронных сетей, показан в работе Y. Lu, H. Lin и др. [23].

Методы обработки естественного языка могут быть использованы и для оценки качества научного стиля текста. Один из вариантов применения – синтаксический анализ для выявления сложных или грамматически некорректных конструкций. Подобный метод анализа используют J.K. Jia, Y.B. Shao и др., проводя декомпозицию предложений для оценки корректности их построения [24]. Качество научного изложения также может быть оценено с помощью нейронных сетей. S. Yeung в своей работе провел сравнение различных подходов к оценке качества текста и установил, что даже базовые методы машинного обучения демонстрируют приемлемую точность в оценке качества научного текста, несмотря на наличие более современных методов [25].

Оценка связности текста может базироваться на анализе дискурсивных маркеров, слов для организации связей и структуры аргументации. V. Bhatnagar и др. анализируют дискурсивные маркеры с помощью методов нейросетевого анализа и семантического сходства (в рамках собственного фреймворка СНПА) для оценки связности научного текста и формирования рекомендаций по улучшению текста авторам [26]. Подобный анализ также может быть полезен и для рецензирования, так как позволит выявить недочеты текста.

Методы NLP имеют ряд ограничений. Их эффективность во многом зависит от качества извлеченных лингвистических признаков и разметки данных для обучения моделей. Кроме того, базовые методы обработки естественного языка с трудом справляются с пониманием сложных рассуждений и анализом контекста в пределах всего документа.

### 3. Большие языковые модели

За последние несколько лет большие языковые модели (LLM) стали широко применяться в различных областях науки для извлечения информации из текстов, и применение языковых моделей дало впечатляющие результаты (D. Xu и др., 2024) [27]. Применение больших языковых моделей требует значительных навыков програм-

мирования и владения знаниями в области искусственного интеллекта. Также и специфика академических текстов, а именно высокая вариативность формулировок и неявная структура, требует разработки специализированных подходов и инструментов. В связи с этим M.P. Polak и D. Morgan предлагают метод извлечения информации из научных текстов с помощью диалоговой большой языковой модели с использованием пользовательского ввода [28]. Современные модели демонстрируют способность анализировать сложные тексты, выявляя логические, методологические и стилистические ошибки, и генерировать структурированные критические отзывы, сопоставимые с человеческими, при этом значительно ускоряя процесс обработки документов. Существуют, однако, и ограничения, например галлюцинации (фактические ошибки) и субъективность оценки. В связи с этим J. Lee и др. в своем обзоре LLM для оценки научных текстов в области медицины предлагают использовать LLM только для помощи в рецензировании текстов, но не для полной автоматизации процесса [29].

Задача автоматизации рецензирования научных и учебных работ с помощью LLM является актуальной в связи с большим количеством требований, которые необходимо учитывать. Для учета требований журналов необходимо понимание структуры работы. Для достижения понимания структуры текста T. Xie, Y. Kuang и др. разработали систему TLS (theme-based lecture summary), использующую большие языковые модели и графовые методы для анализа учебных материалов и их реферирования [30]. Предложенный подход может быть расширен и на научные работы для проверки их содержания на соответствие требованиям.

Однако базовые реализации LLM сталкиваются с проблемой поверхностного, неполноценного анализа. R. Zhou и др. в ходе своего исследования выявили, что стандартные большие языковые модели (в частности, GPT), в отличие от человека, склонны избегать конструктивной критики и не способны генерировать полностью безошибочные отзывы [31]. Данное обстоятельство является существенным ограничением возможностей больших языковых моделей. Отчасти преодолеть данное ограничение можно путем имитации человеческого мышления. Так, Z. Li, C. Chen и др. предлагают фреймворк Chain of Thought, имитирующий процесс глубокого человеческого мышления через цепочки рассуждений [32]. Данный метод позволяет значительно улучшить процесс рассуждения модели, однако для дальнейшего увеличения точности не-

обходимы иные методы обучения модели, например обучение с подкреплением.

Метод MAMORX (Р. Таеchoyotin и др., 2024) представляет собой новый подход к обработке длинных документов, распределяя текст между специализированными агентами. Каждый агент фокусируется на определенном аспекте: экспериментальная часть, ясность изложения, научная значимость. Также имеются агенты, анализирующие изображения и цитирования. Координирующий агент синтезирует частичные анализы в комплексный отзыв [33]. Таким образом, авторы реализуют мультимодальность, что позволяет существенно увеличить качество работы, ясность и конструктивность изложения. Аналогичный подход реализован в проекте Agent Review (Y. Jin, Q. Zhao и др., 2024), где моделирование социальной динамики между виртуальными рецензентами позволило выявить 37,1% вариативности оценок, обусловленной скрытыми предубеждениями [34]. Этот метод особенно важен для анализа субъективных факторов в процессе рецензирования. Предлагаемый авторами метод хорошо подходит для оценки значимости, новизны, преимуществ и недостатков работы, а также генерации рекомендаций к рецензируемой работе.

4. Большие языковые модели с дополнительными функциями

Большие языковые модели демонстрируют высокую эффективность при решении стандартных задач, входящих в область их предварительного обучения. Однако в случаях, когда задача выходит за рамки обучающих данных или требует учета специфики предметной области, производительность модели может значительно снижаться. Для адаптации LLM к новым задачам, включая автоматическое рецензирование научных и учебных текстов, необходимо дополнительное обучение на специализированных наборах данных (D.M. Anisuzzaman и др., 2025) [35].

В настоящее время разработано несколько подходов к адаптации LLM для решения специфических задач. Наиболее прямым из них является Full Fine-tuning, при котором обновляются все параметры предварительно обученной модели. Несмотря на высокую эффективность, данный метод требует значительных вычислительных ресурсов, что ограничивает его применимость в определенных задачах и сценариях.

В качестве альтернативы были разработаны методы параметр-эффективного обучения (тонкой настройки) Parameter-Efficient Fine-Tuning (PEFT), позволяющие адаптировать модель к новым задачам при минимальных изменениях параметров и суще-

ственно сниженных ресурсных затратах, что компенсирует побочный эффект метода PEFT в виде небольшого ухудшения общей точности (S. Pratap, A.R. Aranha и др., 2025) [36]. Одним из вариантов метода PEFT является метод LoRA (Low-Rank adaptation), отличающийся от основного метода способом расчета значимости параметров. Подобный метод используют в своей Dehong D. Gao, Y. Yufei Ma и др. для создания модели FashionGPT. Используемый авторами метод LoRA дает существенное улучшение точности по сравнению со стандартными методами тонкой настройки [37]. Модель позиционируется авторами как многоцелевая и обученная на наборах данных различного содержания, а потому может быть использована и для автоматизации рецензирования текстов.

В то же время в работе Empirical Study of LLM Fine-Tuning for Text Classification in Legal Document Review (F. Wei, R. Keeling и др., 2023) рассматривается способ тонкой настройки модели DistilBERT для классификации юридических документов [38]. Однако в статье не указано, какой конкретно метод SFT (Supervised Fine-Tuning) был применен, что затрудняет воспроизводимость результатов и их оценку с точки зрения эффективности адаптации модели.

Другой пример представлен в исследовании J. Lu, L. Yu и др., где описывается способ оценки качества программного кода при помощи модели LLaMA, обученной методом PEFT LoRA. Авторы демонстрируют, что обученная ими модель показывает сопоставимые результаты с моделью Code Reviewer, изначально созданной специально для анализа качества исходного кода [39]. Подобный подход может быть эффективно применен и в задачах рецензирования отдельных компонентов научных и учебных текстов, таких как цели и задачи исследования, обоснование выбора методов или формулировка результатов.

Кроме того, наблюдается рост интереса исследователей к технологии RAG (Retrieval Augmented Generation), которая позволяет подключать внешние источники информации к процессу генерации ответа модели. Z. Li, Z. Wang и др. проводят обзор использования RAG в образовательной сфере. Авторы приходят к выводу, что использование RAG позволяет более эффективно актуализировать и персонализировать используемые данные, несмотря на недостатки в виде галлюцинаций и высоких затрат ресурсов [40]. При рецензировании RAG можно использовать для оценки актуальности, новизны и значимости через сравнение рецензируемого документа с ранее написанными.

Сравнительная таблица методов автоматического рецензирования

| Группа методов                                                    | Основные признаки, решенные задачи                                                                                                                                                                                                                                          | Глубина решения поставленной задачи (рецензирования)                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Статистические методы обработки естественного языка               | Статистический анализ текста. Анализ ключевых слов. Анализ лексики текста. Структурирование текста                                                                                                                                                                          | Оцениваются статистические характеристики текста и его частей. Не учитывается семантика текста                                                                |
| Методы обработки естественного языка с базовым машинным обучением | Анализ, классификация текстов. Извлечение ключевых сущностей, отношений. Анализ терминологии, тональности текста. Семантический поиск                                                                                                                                       | Оценка содержимого текста. Извлечение ключевых сущностей, отношений внутри текста, признаков. Анализ синтаксиса. Недоступны сложные рассуждения по тексту     |
| Большие языковые модели                                           | Автоматизация анализа. Генерация структурированных рецензий. Базовый анализ структуры и связности текста, соответствия терминологии. Поддержка многоаспектного анализа. Обучаемость и улучшение качества, генерация конструктивных рекомендаций                             | Оценка содержимого текста. Анализ текста в совокупности и раздельно. Высокая гибкость и адаптивность. Ограничения при работе с многопараметрическими задачами |
| Большие языковые модели с дополнительными функциями               | Автоматизация анализа, генерация структурированных рецензий. Классификация, анализ структуры, смысла, связности текста, соответствия терминологии, новизны, значимости, преимуществ и недостатков. Поддержка многоаспектного анализа. Генерация конструктивных рекомендаций | Оценка содержимого текста. Анализ текста в совокупности и раздельно. Высокая гибкость и адаптивность. Комплексный многоаспектный анализ                       |

Источник: составлено авторами на основе обзора источников.

Таким образом, современные подходы к дообучению LLM открывают широкие возможности для автоматизации процесса рецензирования, обеспечивая гибкость, масштабируемость и высокую степень адаптируемости к различным предметным областям. Однако для достижения стабильных и воспроизводимых результатов требуется обеспечение высокого качества данных и тщательный подбор метода для обучения модели.

Далее был проведен сравнительный анализ выделенных групп методов. По результатам анализа была построена таблица.

### Заключение

Проведенный обзор и сравнительный анализ показывает, что наибольшим функционалом обладают большие языковые модели с дополнительными функциями, прежде всего с тонкой настройкой (fine-tuning). При этом данная группа методов требует значительных вычислительных ресурсов и большого объема качественно размеченных данных для проведения настройки. Кроме того, необходима периодическая актуализация используемых данных. Вместе с тем качество результата при использовании больших языковых моделей с дополнительными функциями выше, чем у прочих рассмотренных групп методов, и этим компенсируется затратность такого подхода.

Наиболее эффективный анализ научных текстов может быть достигнут путем комбинирования методов, описанных в статье. Внутренние характеристики текста, включая логичность и качество аргументации, лучше всего оценивать с помощью больших языковых моделей с дополнительными функциями (с тонкой настройкой), которые лучше справляются с пониманием текста в целом и по частям. При этом следует использовать несколько языковых моделей, обученных на разные части задачи рецензирования. Тематическая актуальность, новизна, качество цитирований и даже наличие заимствований могут быть оценены с помощью более простых методов обработки естественного языка, потому как оценка данных показателей требует обработки большого количества актуальных на момент проведения оценки источников, что может быть затратно при использовании языковых моделей. Вместе с тем данная проблема также может быть решена с помощью включения внешних источников информации в процесс работы с большой языковой моделью.

В ходе работы был проведен обзор источников и сравнительный анализ методов автоматизации рецензирования сложных научных работ. Предлагается использовать комплексный подход, включающий разные

группы методов. Результаты исследования могут быть использованы при разработке систем для анализа и рецензирования текстов.

### Список литературы

1. Тихонова Е.В., Раицкая Л.К. Рецензирование как инструмент обеспечения эффективной научной коммуникации: традиции и инновации // Научный редактор и издатель. 2021. Т. 6. № 1. С. 6–17. DOI: 10.24069/2542-0267-2021-1-6-17.
2. Drozd J.A., Ladomery M.R. The Peer Review Process: Past, Present, and Future // British Journal of Biomedical Science. 2024. Vol. 81. DOI: 10.3389/bjbs.2024.12054.
3. Иванова Л.А. Искусственный интеллект при написании научных статей – положительный или вредоносный фактор? // Crede Experto: транспорт, общество, образование, язык. 2024. № 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/iskusstvennyy-intellekt-pri-napisanii-nauchnyh-statey-polozhitelnyy-ili-vredonosnyy-faktor> (дата обращения: 11.05.2025).
4. Tedja B., Al Musadieq M., Kusumawati A., Yulianto E. Systematic literature review using PRISMA: exploring the influence of service quality and perceived value on satisfaction and intention to continue relationship // Future Business Journal. 2024. Vol. 10. DOI: 10.1186/s43093-024-00326-4.
5. Wang Z., Wang D., Li Q. Keyword Extraction from Scientific Research Projects Based on SRP-TF-IDF[J] // Chinese Journal of Electronics. 2021. Vol. 30, Is. 4. P. 652–657. URL: <https://cje.ejournal.org.cn/article/doi/10.1049/cje.2021.05.007> (дата обращения: 21.05.2025).
6. Chen L.C. An extended TF-IDF method for improving keyword extraction in traditional corpus-based research: An example of a climate change corpus // Data & Knowledge Engineering. 2024. Vol. 153. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169023X24000466> (дата обращения: 21.05.2025).
7. Xu Z., Zhang J. Extracting Keywords from Texts based on Word Frequency and Association Features // Procedia Computer Science. 2021. Vol. 187. P. 77–82. DOI: 10.1016/j.procs.2021.04.035.
8. Kreutz C.K. A Hybrid Approach for Dynamic Topic Models with Fluctuating Number of Topics // Proceedings – 30th GI-Workshop Grundlagen von Datenbanken. Wuppertal, Germany: Heinrich-Heine University Düsseldorf, Department of Computer Science. 2018. P. 35–40. [Электронный ресурс]. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-2126/paper5.pdf> (дата обращения: 21.05.2025).
9. Gupta R.K., Agarwalla R., Naik B.H., Evuri J.R., Thapa A., Singh T.D. Prediction of research trends using LDA based topic modeling // Global Transitions Proceedings. 2022. Vol. 3, Is. 1. P. 298–304. DOI: 10.1016/j.gltp.2022.03.015.
10. Alsmadi M.K., Alzaqebah M., Jawarneh S., Almarashdeh I., Al-Betar M.A., Alwohaibi M., Al-Mulla N.A., Ahmed E.A.E., Al Smadi A. Hybrid topic modeling method based on dirichlet multinomial mixture and fuzzy match algorithm for short text clustering // Journal of Big Data. 2024. Vol. 11, Is. 68. DOI: 10.1186/s40537-024-00930-9.
11. Lei S., Yang R. Lexical richness in research articles: Corpus-based comparative study among advanced Chinese learners of English, English native beginner students and experts // Journal of English for Academic Purposes. 2020. Vol. 47, Is. 100894. DOI: 10.1016/j.jeap.2020.100894.
12. Sebestyén V., Domokos E., Abonyi J. Multilayer network based comparative document analysis (MUNCoDA) // MethodsX. 2020. Vol. 7, Is. 100902. DOI: 10.1016/j.mex.2020.100902.
13. Chen H., Wu L., Chen J., Lu W., Ding J. A comparative study of automated legal text classification using random forests and deep learning // Information Processing & Management. 2022. Vol. 59, Is. 2. № 102798. DOI: 10.1016/j.ipm.2021.102798.
14. Raza H., Faizan M., Hamza A., Mushtaq A., Akhtar N. Scientific Text Sentiment Analysis using Machine Learning Techniques // International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA). 2019. Vol. 10, Is. 12. DOI: 10.14569/IJACSA.2019.0101222.
15. Tarasova O.A., Rudik A.V., Biziukova N.Y., Filimonov D.A., Poroikov V.V. Chemical named entity recognition in the texts of scientific publications using the naïve Bayes classifier approach // Journal of Cheminformatics. 2022. Vol. 14, Is. 55. DOI: 10.1186/s13321-022-00633-4.
16. Zhuang Y., Zhang J., Lu R., He K., Li X. MedNER: Enhanced Named Entity Recognition in Medical Corpus via Optimized Balanced and Deep Active Learning // ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology. 2024. Vol. 15, Is. 5. № 108. P. 1–24. DOI: 10.1145/3678178.
17. Detroja K., Bhensadia C.K., Bhatt B.S. A survey on Relation Extraction // Intelligent Systems with Applications. 2023. Vol. 19. № 200244. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2667305323000698> (дата обращения: 21.05.2025).
18. Guo B., Meng J., Zhao D., Jia X., Chu Y., Lin H. Integrating graph convolutional networks to enhance prompt learning for biomedical relation extraction // Journal of Biomedical Informatics. 2024. Vol. 157, Is. 104717. DOI: 10.1016/j.jbi.2024.104717.
19. Giarelis N., Karacapilidis N. Deep learning and embeddings-based approaches for keyphrase extraction: a literature review // Knowledge and Information Systems. 2024. Vol. 66. P. 6493–6526. DOI: 10.1007/s10115-024-02164-w.
20. Qizhi Chen, Hong Yao, Diange Zhou. The joint extraction of fact-condition statement and super relation in scientific text with table filling method // Information Processing & Management. 2025. Vol. 62, Is. 1. № 103906. DOI: 10.1016/j.ipm.2024.103906.
21. Sharma A., Kumar S. Ontology-based semantic retrieval of documents using Word2vec model // Data & Knowledge Engineering. 2023. Vol. 144. № 102110. DOI: 10.1016/j.datak.2022.102110.
22. Wu X., Liu Y., Zhao X., Chen J. STKST-I: An Efficient Semantic Trajectory Search by Temporal and Semantic Keywords // Expert Systems with Applications. 2023. Vol. 225. № 120064. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417423005663> (дата обращения: 21.05.2025).
23. Lu Y., Lin H., Tang J., Han X., Sun L., End-to-end neural event coreference resolution // Artificial Intelligence. 2022. Vol. 303. № 103632. DOI: 10.1016/j.artint.2021.103632.
24. Jia J.K., Shao Y.B., Long H., Du Q.Z. A Natural Language Sentence Analysis Algorithm Based on Word Order Modifier Syntax Rules // Procedia Computer Science. 2020. Vol. 166. P. 496–500. DOI: 10.1016/j.procs.2020.02.058.
25. Yeung S. A comparative study of rule-based, machine learning and large language model approaches in automated writing evaluation (AWE) // Proceedings – 15th International Learning Analytics and Knowledge Conference (LAK '25). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA. 2025. P. 984–991. DOI: 10.1145/3706468.3706566.
26. Bhatnagar V., Duari S., Gupta S.K. Quantitative Discourse Cohesion Analysis of Scientific Scholarly Texts Using Multilayer Networks // IEEE Access. 2022. Vol. 10. P. 88538–88557. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=9857833> (дата обращения: 21.05.2025).
27. Xu D., Chen W., Peng W., Zhang C., Xu T., Zhao X., Wu X., Zheng Y., Wang Y., Chen E. Large language models for generative information extraction: a survey // Frontiers of Computer Science. 2024. Vol. 18. № 18635718. DOI: 10.1007/s11704-024-40555-y.
28. Polak M.P., Morgan D. Extracting accurate materials data from research papers with conversational language models and prompt engineering // Nature Communications. 2024. № 15. URL: <https://www.nature.com/articles/s41467-024-45914-8> (дата обращения: 21.05.2025).

29. Lee J., Lee J., Yoo J.J. The role of large language models in the peer-review process: opportunities and challenges for medical journal reviewers and editors // *Journal of Educational Evaluation for Health Professions*. 2025. Vol. 22, Is. 4. DOI: 10.3352/jeehp.2025.22.4.
30. Xie T., Kuang Y., Tang Y., Liao J., Yang Y. Using LLM-supported lecture summarization system to improve knowledge recall and student satisfaction // *Expert Systems with Applications*. 2025. Vol. 269, Is. 126371. DOI: 10.1016/j.eswa.2024.126371.
31. Zhou R., Chen L., Yu K. Is LLM a Reliable Reviewer? A Comprehensive Evaluation of LLM on Automatic Paper Reviewing Tasks // *Proceedings of the 2024 Joint International Conference on Computational Linguistics, Language Resources and Evaluation (LREC-COLING 2024)*, Torino, Italia. ELRA and ICCL. 2024. P. 9340–9351.
32. Li Z., Chen C., Li M., Liao B. Exploring formal defeasible reasoning of large language models: A Chain-of-Thought approach // *Knowledge-Based Systems*. 2025. Vol. 319, Is. 113564. DOI: 10.1016/j.knosys.2025.113564.
33. Taechoyotin P., Wang G., Zeng T., Sides B., Acuna D. Multi-agent multi-modal scientific review generation with external knowledge // *Proceedings – Neurips 2024 Workshop Foundation Models for Science: Progress, Opportunities, and Challenges*. 2024. [Электронный ресурс]. URL: <https://openreview.net/forum?id=frvkE8rCfX> (дата обращения: 11.05.2025).
34. Jin Y., Zhao Q., Wang Y., Chen H., Zhu K., Xiao Y., Wang J. Agent Review: Exploring Peer Review Dynamics with LLM Agents // *Proceedings – 2024 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing*, Miami, Florida, USA. Association for Computational Linguistics. 2024. P. 1208–1226. DOI: 10.18653/v1/2024.emnlp-main.70.
35. Anisuzzaman D.M., Malins J.G., Paul A. Friedman P.A., Zach I. Attia Z.I. Fine-Tuning Large Language Models for Specialized Use Cases // *Mayo Clinic Proceedings: Digital Health*. 2025. Vol. 3, Is. 1. № 100184. DOI: 10.1016/j.mcpdig.2024.11.005.
36. Pratap S., Aranha A.R., Kumar D., Malhotra G., Iyer A.P.N., Shylaja S.S. The fine art of fine-tuning: A structured review of advanced LLM fine-tuning techniques // *Natural Language Processing Journal*. 2025. Vol. 11, Is. 100144. DOI: 10.1016/j.nlp.2025.100144.
37. Gao D., Ma Y., Liu S., Song M., Jin L., Jiang W., Wang X., Ning W., Yu S., Xuan Q., Cai X., Yang L. FashionGPT: LLM instruction fine-tuning with multiple LoRA-adaptor fusion // *Knowledge-Based Systems*. 2024. Vol. 299, Is. 112043. DOI: 10.1016/j.knosys.2024.112043.
38. Wei F., Keeling R., Huber-Fliflet N., Zhang J., Dabrowski A., Yang J., Mao Q., Qin H. Empirical Study of LLM Fine-Tuning for Text Classification in Legal Document Review // *Proceedings – 2023 IEEE International Conference on Big Data (BigData)*. 2023. P. 2786–2792. DOI: 10.1109/BigData59044.2023.10386911.
39. Lu J., Yu L., Li X., Yang L., Zuo C., LLaMA-Reviewer: Advancing Code Review Automation with Large Language Models through Parameter-Efficient Fine-Tuning // *Proceedings – 2023 IEEE 34th International Symposium on Software Reliability Engineering (ISSRE)*, Florence, Italy. 2023. P. 647–658. DOI: 10.1109/ISSRE59848.2023.00026.
40. Li Z., Wang Z., Wang W., Hung K., Xie H., Wang F.L. Retrieval-augmented generation for educational application: A systematic survey // *Computers and Education: Artificial Intelligence*. 2025. Vol. 8. № 100417. DOI: 10.1016/j.caeai.2025.100417.

## СТАТЬИ

УДК 377:373.546

DOI 10.17513/snt.40425

**МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ КОЛЛЕДЖА РЕШЕНИЮ ПРОФЕССИОНАЛЬНО ОРИЕНТИРОВАННЫХ ЗАДАНИЙ ПО КОНСТРУИРОВАНИЮ ТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ КУРСА ФИЗИКИ****Крутова И.А., Косенко А.С., Стефанова Г.П.***ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет им. В.Н. Татищева»,  
Астрахань, e-mail: irinkrutova@yandex.ru*

В статье исследуется проблема повышения качества подготовки специалистов технических направлений в колледжах путем интеграции теоретических знаний по физике с практическими заданиями, направленными на развитие технического мышления и умения конструировать технические устройства. Несмотря на значительный потенциал физики в формировании практических навыков, умений по конструированию технических объектов, отсутствует эффективная методика обучения этому виду деятельности. Цель исследования – разработка и реализация методики обучения студентов технических специальностей колледжа методу конструирования технических устройств, связанных с будущей профессиональной деятельностью, в процессе изучения курса физики. Методологической основой исследования явились концепции деятельностного, компетентностного и контекстного подходов обучения. Разработан обобщенный способ конструирования технических объектов, состоящий из действий, последовательное выполнение которых приводит к созданию действующей модели или прототипа электротехнического устройства. Предложена методика организации учебного процесса по формированию у студентов, обучающихся по различным техническим направлениям колледжа, обобщенного способа конструирования электротехнических устройств. Описаны результаты проведенной опытно-экспериментальной работы по внедрению разработанной методики, которые доказывают её целесообразность и результативность. Сформированный у студентов способ выполнения деятельности по конструированию технических устройств позволяет успешно выполнять индивидуальные проекты, связанные с профессиональной практикой. Интеграция теоретических знаний по физике с созданием реальных технических устройств эффективно развивает техническое мышление и улучшает подготовку будущих специалистов.

**Ключевые слова:** физика, среднее профессиональное образование, методика обучения физике, профессионально ориентированные задания, обобщенный способ конструирования технических устройств

**METHODOLOGY OF TEACHING STUDENTS OF TECHNICAL COLLEGE TRAINING TO SOLVE PROFESSIONALLY ORIENTED PROBLEMS IN THE COURSE OF STUDYING PHYSICS****Krutova I.A., Kosenko A.S., Stefanova G.P.***Astrakhan State University named after V.N. Tatishchev, Astrakhan,  
e-mail: irinkrutova@yandex.ru*

The article examines the problem of improving the quality of training specialists in technical fields in colleges by integrating theoretical knowledge of physics with practical tasks aimed at developing technical thinking and the ability to design technical devices. Despite the significant potential of physics in the formation of practical skills and abilities in designing technical objects, there is no effective methodology for teaching this type of activity. The purpose of the study is to develop and implement a methodology for teaching students of technical specialties of the college the method of designing technical devices related to future professional activities, in the process of studying the physics course. The methodological basis of the study was the concepts of activity-based, competence-based and contextual approaches to learning. A generalized method for designing technical objects has been developed, consisting of actions, the sequential implementation of which leads to the creation of a working model or prototype of an electrical device. A methodology for organizing the educational process to form a generalized method of designing electrical devices in students studying in various technical areas of the college is proposed. The results of the experimental work on the implementation of the developed methodology are described, which prove its feasibility and effectiveness. The students' developed method of performing activities on designing technical devices allows them to successfully complete individual projects related to professional practice. The integration of theoretical knowledge in physics with the creation of real technical devices effectively develops technical thinking and improves the training of future specialists.

**Keywords:** physics, secondary vocational education, methodology of teaching physics, professionally oriented tasks, generalized method of design of technical devices

**Введение**

В настоящее время в связи с быстрым развитием и совершенствованием производства подготовка специалистов технических направлений в учреждениях среднего профессионального образования являет-

ся приоритетной задачей государства [1]. Для её решения разработана Федеральная программа «Профессионалитет», обновлены Федеральные государственные образовательные стандарты среднего профессионального образования (ФГОС СПО),

проводятся чемпионаты профессионального мастерства. Цель таких инициатив – повышение значимости специалистов технических профилей, которые востребованы на рынке труда. В ФГОС СПО предъявляются требования к выпускникам колледжей, которые должны в период обучения овладеть умениями, применимыми в будущей профессиональной деятельности. Достичь этой цели можно, если каждый учебный предмет, дисциплина, учебный модуль будут направлены на решение профессионально значимых задач. Физика как учебный предмет обладает большим потенциалом для формирования у студентов умений, связанных с самостоятельным конструированием различных технических объектов, приборов, экспериментальных установок. Однако остается проблема использования этого потенциала для формирования у будущих техников методов выполнения профессиональной деятельности с опорой на физические знания.

**Цель исследования** состоит в разработке и реализации методики обучения студентов технических направлений подготовки колледжа способу конструирования технических устройств (ТУ), связанных с будущей профессиональной деятельностью, в процессе изучения курса физики.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: 1) осуществлен анализ ФГОС СПО и профессиональных стандартов техников на предмет выделения объектов и видов профессиональной деятельности конкретного специалиста; 2) соотнесены выделенные виды деятельности с умениями, которые возможно формировать при изучении различных тем курса физики; 3) разработан способ конструирования и монтажа ТУ, практически значимого для будущей профессиональной деятельности выпускника конкретного профиля; 4) разработан и внедрен методика обучения студентов выделенным умениям с применением специально разработанных дидактических средств.

#### **Материалы и методы исследования**

В основу разрабатываемой методики обучения студентов положены общепризнанные теоретические концепции, в том числе деятельностный и компетентностный подходы, а также закономерности формирования профессиональных компетенций специалиста, выявленные отечественными учеными П.Я. Гальпериним, Н.Ф. Талызиной, В.В. Сериковым, Н.К. Сергеевым, что свидетельствует о ее научной обоснованности и потенциальной эффективности. Так, П.Я. Гальперин в теории поэтапного

формирования умственных действий и понятий открыл и экспериментально доказал, что необходимым условием формирования у обучаемых безошибочных, запланированных результатов должен быть «этап составления программы выполнения деятельности в обобщенном виде» [2]. Данное положение обосновало необходимость обучения участников педагогического эксперимента обобщенному способу выполнения заданий, направленных на их будущую профессиональную работу. При формировании обобщенного способа «подчеркивается первичность внешних материальных форм деятельности» [3]. Это послужило основанием для включения в процесс обучения этапа, на котором обучаемые все действия выполняли «вручную», применяя материальные предметы. В качестве ведущей идеи при разработке методики обучения студентов использован принцип контекстного подхода, суть которого состоит в представлении обучающимся лично значимых заданий и проектов в контексте будущей профессиональной деятельности [4].

Разработка и апробация методики обучения выполнению профессионально значимых заданий при изучении курса физики осуществлялись в процессе обучения студентов технических направлений колледжа Астраханского государственного университета: «Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования промышленных и гражданских зданий» (108 студентов), «Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения» (220 студентов), «Эксплуатация транспортного электрооборудования и автоматики (по видам транспорта, за исключением водного)» (306 студентов). Большинство участников различных этапов педагогического эксперимента (96%) – юноши в возрасте 15-17 лет. У студентов всех направлений подготовки, принимавших участие в опытно-экспериментальной работе, физика изучалась в одинаковом объеме (первый год обучения, 194 часа).

#### **Результаты исследования и их обсуждение**

Опишем результаты исследования по формированию конструкторских умений при решении профессионально ориентированных заданий с опорой на физические знания применительно к направлению подготовки 08.02.09 «Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования, промышленных и гражданских зданий». Студенты данного направления участвовали в опытно-экспериментальной работе на всех этапах эксперимента (констатирующем, обучающем и контрольном). Из ФГОС СПО выделе-

ны виды профессиональной деятельности: организация и выполнение работ по эксплуатации и ремонту электроустановок; организация и выполнение работ по монтажу и наладке силового электрооборудования; организация и выполнение работ по монтажу и наладке электрических сетей. Полностью научить выполнять эти виды деятельности возможно при изучении профессиональных модулей и прохождении производственных практик. Изучение курса физики должно быть направлено на формирование умений по конструированию ТУ, приборов, которые являются элементами для монтажа конкретного электрооборудования.

Проведенный анализ научно-педагогических работ множества авторов позволил выделить два основных направления решения рассматриваемой проблемы. Одно из них состоит в формировании технического мышления обучающихся в процессе решения прикладных физических задач с техническим содержанием, выполнения учебных и производственных проектов различной степени сложности [5-7]. Другое направление связано с обучением обобщенному методу решения профессиональных типовых задач, характерных для конкретных специалистов в процессе освоения программы высшего образования (на примере бакалавров-строителей [8], бакалавров по направлению подготовки «Машиностроение» [9, с. 12]) и при изучении общеобразовательных и профессиональных дисциплин в учреждениях СПО [10, с. 28].

Признавая значимость проведенных исследований, следует констатировать существование проблемы подготовки студентов колледжа к выполнению деятельности по созданию ТУ, принцип действия которых основан на физических знаниях. Проведенный констатирующий эксперимент позволил установить, что студенты испытывают трудности по выдвиганию идеи разработки ТУ, выделению действий по его созданию, конструированию и сборке из определенных элементов. Таким образом, существует противоречие между образовательным потенциалом физики, как основы технического конструирования, и недостаточной разработанностью методики обучения студентов данной деятельности при изучении этого предмета в системе среднего профессионального образования.

Проведенный научно-методический анализ курса физики позволил установить, что практически значимым разделом специалистов данного профиля является раздел «Основы электродинамики», так как в данном разделе изучается много ТУ, с которыми техник-электрик встречается в професси-

ональной деятельности. Например, в теме «Электростатика» возможно организовать деятельность студентов по конструированию электрического конденсатора, электрометра, электроскопа, электростатического генератора. В теме «Законы постоянного тока» можно конструировать лампу, амперметр, вольтметр, гальванический элемент, аккумулятор. При изучении темы «Магнитное поле» – электродвигатель, электромагнит, громкоговоритель и др.

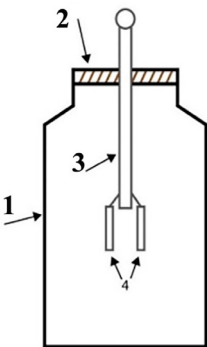
Содержание обобщенного способа конструирования ТУ представляет собой следующую последовательность действий: 1) установить назначение монтируемого ТУ; 2) выявить эксплуатационные характеристики его работы; 3) установить, из каких элементов состоит монтируемое ТУ и каковы их функции; 4) составить принципиальную схему монтируемого ТУ; 5) подобрать материалы, соответствующие элементам принципиальной схемы, и разработать программу монтажа; 6) осуществить монтаж ТУ по принципиальной схеме; 7) воспроизвести работу ТУ [10, с. 308]. В таблице 1 приведена конкретизация этих действий в процессе конструирования ТУ для обнаружения электрических зарядов.

Опишем методику обучения студентов деятельности по конструированию ТУ при изучении курса физики, включающую целевой, содержательный, процессуальный и диагностический компоненты.

Цель первого компонента состоит в формировании у студентов обобщенного способа конструирования технических объектов, связанных с будущей профессиональной деятельностью. При реализации содержательного компонента проведен отбор учебного материала курса физики и разработана система дидактических средств. Процессуальный компонент представляет собой методику формирования разработанного способа и включает три этапа: мотивационный; этап выделения содержания обобщенного способа в виде последовательности обобщенных действий; этап самостоятельного планирования действий по выполнению профессионально ориентированных заданий. Целью мотивационного этапа является создание у студентов желания научиться выполнять конструкторские задания, ориентированные на будущую профессиональную деятельность. На следующем этапе студенты выделяют действия обобщенного способа на основе анализа и обобщения конкретных действий по конструированию электротехнических устройств. На последнем этапе каждый студент выполняет индивидуальный проект по конструированию любого ТУ.

Таблица 1

Конкретизация действий обобщенного способа для конструирования электроскопа

| Действия обобщенного способа                                                                                              | Конкретизация действий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Установление назначения монтируемого ТУ                                                                                   | Прибор для обнаружения наличия электрического заряда                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Выявление эксплуатационных характеристик работы ТУ                                                                        | Отсутствие утечки электрического заряда. Окружающий воздух должен быть сухим                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Установление составных элементов монтируемого ТУ и их эксплуатационных характеристик и функций                            | ТУ состоит из металлического стержня, к которому подвешены две полоски из фольги. Стержень укреплен при помощи диэлектрической пробки внутри корпуса. Стержень выступает в роли приемника заряда. Полоски из фольги являются индикаторами наличия электрического заряда                                                                                                                                                                                                                                   |
| Составление принципиальной схемы монтируемого ТУ                                                                          |  <p>1 – стеклянный корпус,<br/>2 – пластиковая крышка,<br/>3 – металлический стержень,<br/>4 – легкоподвижные лепестки</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Подбор приборов, материалов и оборудования, соответствующего элементам принципиальной схемы. Разработка программы монтажа | <p>1. Вставить проволоку в пластиковую крышку таким образом, чтобы один конец металлического стержня выступал наружу на 5 см, а другой находился внутри банки.</p> <p>2. Вырезать два прямоугольника из пищевой фольги размером 2х5 см.</p> <p>3. В прямоугольниках из фольги проделать отверстия и закрепить их на стержне.</p> <p>4. Плотнo закрыть банку крышкой с установленными элементами. Убедиться, что стержень надежно закреплен в крышке, а лепестки из фольги свободно висят внутри банки</p> |
| Осуществление монтажа технического объекта по принципиальной схеме. Воспроизведение работы технического объекта           |  <p>Наэлектризованной расческой коснуться стержня; наблюдать за отталкиванием лепестков из фольги друг от друга</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

Источник: составлено авторами на основе [11].

При реализации процессуального компонента методики применялись образовательные технологии активного обучения, такие как мозговой штурм, индивидуальная и командная проектная работа, организация деятельности по конструированию и сборке действующих моделей и прототипов технических устройств, которые целесообразно использовать на занятиях по физике. Эти педагогические технологии зарекомендовали себя как наиболее

результативные при проведении ряда исследований [12-14].

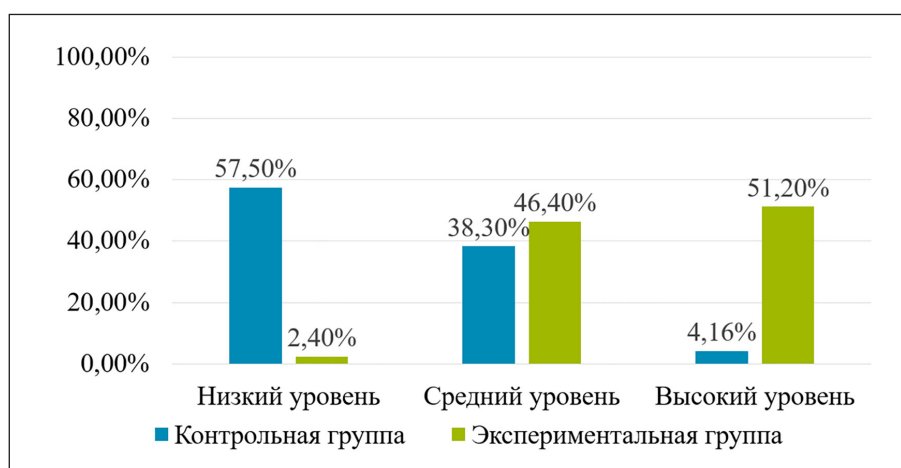
В процессе изучения раздела «Основы электродинамики» студенты конструируют действующие модели электротехнических устройств и приборов (электрическая лампа, электрический конденсатор, трансформатор, электродвигатель и другие) и демонстрируют их действие. Конструкторские решения для нескольких ТУ представлены в работах [15; 16].

Таблица 2

Уровни сформированности действий обобщенного способа выполнения профессионально ориентированных заданий

| Уровень сформированности | Содержание деятельности по выполнению профессионально ориентированных заданий                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Низкий.<br>Оценка «3»    | Установлено назначение монтируемого ТУ и выявлены эксплуатационные характеристики его работы (правильно выполнены первое и второе действия)                                                                                                                                                                                                         |
| Средний.<br>Оценка «4»   | Правильно выполнены первое и второе действия.<br>Установлены составные элементы монтируемого устройства, но не выявлены их эксплуатационные характеристики и функции. Составлена принципиальная схема монтируемого устройства.<br>При сборке устройства из подобранных приборов и материалов допущены ошибки, приводящие к тому, что ТУ не работает |
| Высокий.<br>Оценка «5»   | Правильно выполнены все действия способа.<br>Произведен монтаж ТУ по принципиальной схеме и воспроизведена его работа                                                                                                                                                                                                                               |

Источник: составлено авторами на основе результатов выполнения профессионально ориентированных заданий в форме индивидуального проекта.



Результаты контрольного этапа педагогического эксперимента

Источник: составлено авторами на основе данных педагогического эксперимента

Цель диагностического компонента состояла в разработке критериев оценивания результатов обучения и выявлении уровней сформированности у студентов действий обобщенного способа выполнения заданий, связанных с конструированием ТУ (табл. 2).

Статистически обработанные результаты выполнения студентами индивидуального проекта по конструированию ТУ представлены на диаграмме (рисунок).

Доля участников, показавших низкий уровень выполнения, составила 58% (69 человек) в контрольной группе и 2,4% (3 человека) в экспериментальной группе. Средний уровень продемонстрировали 38% (46 человек) в контрольной группе и 46,4% (58 человек) в экспериментальной группе. Полное выполнение проекта выявлено у 4% (5 человек) контрольной группы и у 51,2%

(64 человека) экспериментальной группы. Таким образом, результаты контрольного эксперимента доказывают результативность разработанной методики обучения студентов выполнению профессионально ориентированных заданий с опорой на физические знания.

### Заключение

Разработанная методика обучения студентов технических направлений колледжа эффективна для формирования умений решать профессионально ориентированные задания при изучении курса физики. Интеграция научных знаний с собственноручным созданием ТУ способствует развитию технического мышления и повышает качество подготовки будущих специалистов. Результаты педагогического эксперимента

подтвердили успешность предложенного подхода, значительно улучшив показатели выполнения студентами индивидуальных проектов.

### Список литературы

1. Постановление Правительства РФ от 16 марта 2022 г. N 387 «О проведении эксперимента по разработке, апробации и внедрению новой образовательной технологии конструирования образовательных программ среднего профессионального образования в рамках федерального проекта «Профессионалитет». М., 2022. 18 с. URL: <https://base.garant.ru/403719658/> (дата обращения: 02.04.2025).
2. Гальперин П.Я. Управление процессом учения. Выпуск 4: Новые исследования в педагогических науках / ред. Б.Г. Ананьев, А.М. Арсеньев, А.Г. Лурия, и др. М.: Просвещение, 1965. С. 15-20.
3. Крутова И.А., Кириллова Т.В., Стефанова Г.П., Проценкова Л.А. Концепция П.Я. Гальперина в эпоху цифровой трансформации образования // Современные проблемы науки и образования. 2022. № 6-1. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=32191> (дата обращения: 05.04.2025). DOI: 10.17513/spno.32191.
4. Сергеев Н.К., Сериков В.В. Педагогическая деятельность и педагогическое образование в инновационном обществе: монография. М.: Логос, 2013. 364 с. ISBN 978-5-98704-723-1. EDN: RRVDVF.
5. Булаева М.Н., Игнатъева Г.А., Сдобняков В.В. Проектирование ситуаций развития инженерного мышления обучающихся в условиях СПО // Проблемы современного педагогического образования. 2023. № 81-2. С. 132-134. EDN: QSACLP.
6. Зуев П.В. Актуализация опыта горнозаводских школ Урала для развития технического образования // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Образование. Педагогические науки. 2023. Т. 15. № 4. С. 14-23. DOI: 10.14529/ped230402. EDN: JIJUMA.
7. Ракин Г.В., Смирнов В.В. Формирование у учащихся основной и средней школы знаний о физических основах работы устройств передачи и обработки информации на уроках физики // Каспийский научный журнал. 2023. № 1 (1). С. 54-62. EDN: DNDEVI.
8. Соболева В.В. Обобщенный метод решения типовой профессиональной задачи бакалавров-строителей по проектированию объектов профессиональной деятельности // Современные проблемы науки и образования. 2018. № 5. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=28185> (дата обращения: 05.04.2025). DOI: 10.17513/spno.28185.
9. Валишева А.Г. Формирование способов выполнения проектно-конструкторской и технологической деятельности у бакалавров технических направлений подготовки при обучении физике (на примере направления подготовки 15.03.01 «Машиностроение»): дис. ... канд. пед. наук. М.: МПГУ, 2016. 217 с. EDN: WWQVZR.
10. Котова Е.В. Освоение профессиональных компетенций студентами профессиональных образовательных организаций на основе проектного обучения. Диссертация на соискание ученой степени кандидата педагогических наук. Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2017. 266 с. EDN: QCPBHO.
11. Дергунова О.Ю., Крутова И.А., Фисенко М.А., Исмухамбетова А.С. Формирование технико-конструкторской компетентности будущего учителя физики // Современные наукоемкие технологии. 2022. № 12-2. С. 306-311. DOI: 10.17513/snt.39477.
12. Гилядов С.Р. Учебно-методическое обеспечение исследовательской деятельности старшеклассников // Наука. Управление. Образование. РФ. 2021. № 4 (4). С. 35-38. DOI: 10.48621/NUO.2021.75.40.005.
13. Шермадина Н.А., Немых О.А. Методические особенности организации проектной конструкторской деятельности при обучении физике в школе // Kant. 2021. № 4(41). С. 323-330. DOI: 10.24923/2222-243X.2021-41.59.
14. Фаддеев М.А., Лебедева О.В. Основные принципы организации учебно-исследовательской работы учащихся по физике // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Социальные науки. 2020. № 4 (60). С. 168-172. EDN: NJIEFK.
15. Крутова И.А., Стефанова Г.П., Косенко А.С. Организация проектно-исследовательской деятельности обучающихся при изучении темы «Основы электродинамики» // Физика в школе. 2025. № 3. С. 3-7. DOI 10.47639/0130-5522\_2025\_3\_3.
16. Крутова И.А., Дергунова О.Ю. Методическая система подготовки будущих учителей физики к обучению школьников обобщенному методу решения прикладных задач, связанных с разработкой технических устройств // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 4. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=6893> (дата обращения: 05.04.2025). EDN: PBISWF.

УДК 378.1:37.01(470)  
DOI 10.17513/snt.40426

## ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ ПРОЕКТНОГО МЕНЕДЖМЕНТА НА МАГИСТЕРСКИХ ПРОГРАММАХ РОССИЙСКИХ ВУЗОВ

Марабеева Л.В., Гуськова Н.Д., Ерастова А.В.

ФГБОУ ВО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва»,  
Саранск, e-mail: erastova.74@inbox.ru

Изменения в системе высшего образования направлены на развитие знаний, навыков и профессиональных компетенций будущих специалистов в соответствии с долгосрочными потребностями экономики и других сфер деятельности. В этой связи особое внимание должно уделяться образовательным программам, обеспечивающим профессиональную подготовку студентов в части системного овладения «отраслевыми» и организационно-управленческими компетенциями, необходимыми для эффективного функционирования и развития бизнес-систем и процессов различного уровня. Соответственно, ключевыми компетенциями являются: умение работать в команде, навыки управления проектной деятельностью, знания в области информационных технологий. Цель исследования состоит в изучении и систематизации практик преподавания проектного менеджмента на примере ряда российских вузов, выявлении их особенностей и возможностей дальнейшего развития и внедрения в учебный процесс, в том числе в рамках актуального редизайна курса «Проектный менеджмент в профессиональной деятельности». В процессе исследования использовались инструменты и методы систематизации, сравнений и сопоставлений, критического анализа, опроса, анкетирования и др. Обзор учебных программ по проектному менеджменту разных вузов Российской Федерации показал существенные различия в подходах к данной дисциплине. Интернет-обзор учебных программ был дополнен опросом. Все это позволило выявить общие подходы и различия в преподавании проектного менеджмента на магистерских программах и сделать выводы о дальнейших тенденциях в данной сфере.

**Ключевые слова:** проектный менеджмент, компетенции, опрос, редизайн курса, магистратура

## FEATURES OF TEACHING PROJECT MANAGEMENT IN MASTER'S PROGRAMS OF RUSSIAN UNIVERSITIES

Marabaeva L.V., Guskova N.D., Erastova A.V.

National Research Mordovia State University, Saransk, e-mail: erastova.74@inbox.ru

Changes in the higher education system are aimed at developing knowledge, skills and professional competencies of future specialists in accordance with the long-term needs of the economy and other areas of activity. In this regard, special attention should be paid to educational programs that provide professional training for students in terms of systematic mastery of "industry" and organizational and managerial competencies necessary for the effective functioning and development of business systems and processes at various levels. Accordingly, the key competencies are: the ability to work in a team, project management skills, knowledge of information technology. The purpose of the study is to study and systematize the practices of teaching project management using the example of a number of Russian universities, identify opportunities for their further development and implementation in the educational process, including within the framework of the current redesign of the course "Project Management in Professional Activity". The study used the tools and methods of systematization, comparisons and contrasts, critical analysis, survey, etc. A review of project management curricula at different universities in the Russian Federation showed significant differences in approaches to this discipline. The online review of the curricula was supplemented by a survey. All this made it possible to identify common approaches and differences in the teaching of project management in master's programs and draw conclusions about future trends in this area.

**Keywords:** project management, competencies, survey, course redesign, master's degree

### Введение

Трансформация системы высшего образования РФ нацелена на «повышение уровня знаний, навыков и профессиональных компетенций будущих специалистов в соответствии с долгосрочными потребностями экономики и других сфер деятельности. Как следствие, образовательные программы магистратуры, включающие курс «Проектный менеджмент в профессиональной деятельности»/«Управление проектами»/т.п.» [1] должны учитывать требования работодателей к будущим специалистам, развивающим соответствующие професси-

ональные компетенции, и способным работать в сложно структурированных командах в условиях многозадачности, что подтверждается современными научно-практическими исследованиями [2; 3]. В этой связи особое внимание должно уделяться образовательным программам, обеспечивающим профессиональную подготовку студентов в части системного овладения «отраслевыми» и «организационно-управленческими компетенциями, необходимыми для эффективного функционирования и развития бизнес-систем и процессов различного уровня» [1; 4; 5]. В данном контексте структурно-со-

держательные и практические аспекты курса «Проектный менеджмент» в различных вариантах его преподавания в рамках бакалавриата и магистратуры, а также возможности его редизайна в соответствии с профессиональными требованиями к специалистам различных направлений подготовки рассматриваются в работах Н.В. Пелихова, Г.Е. Каратаевой, А.Н. Джуриного, С.М. Косенка и др. [6; 7, с. 49; 8]. Необходимость и методика преподавания данной дисциплины рассматривалась Д.А. Семеновым и А.Р. Кокшаровым [9-11]. Роль использования командного метода в подготовке студентов в области проектного менеджмента нашла отражение в работах Д.В. Доманевской, О.Л. Чулаковой и др. [12; 13]. А.Р. Грошев, В.А. Безуевская отмечают значимость проектной деятельности в университете [14].

**Цель исследования** состоит в изучении и систематизации практик преподавания проектного менеджмента на примере ряда российских вузов, выявлении их особенностей и возможностей дальнейшего развития и внедрения в учебный процесс, в том числе в рамках актуального редизайна.

#### **Материалы и методы исследования**

Основу материалов исследования составили данные учебных планов и программ преподавания проектного менеджмента в российских вузах, результаты опроса ряда представителей вузов-членов УМО РФ по образованию в области экономики и менеджмента, а также преподавателей курса, работающих на различных магистерских программах МГУ им. Н.П. Огарева.

В процессе исследования использовались методы систематизации, сравнений и сопоставлений, критического анализа, опроса, анкетирования и др. В контексте темы исследования также были рассмотрены отдельные аспекты преподавания курсов аналогичной тематики в рамках ряда программ бакалавриата.

#### **Результаты исследования и их обсуждение**

С точки зрения повышения эффективности учебного процесса «редизайн курса «Проектный менеджмент в профессиональной деятельности» позволяет обеспечить более тесное и успешное взаимодействие обучающихся, преподавателей и представителей реального бизнеса, в частности, в процессе прохождения научно-исследовательской и технологической практик, которые предполагают анализ реальных проблем, поиск объективных решений, независимую оценку уровня профессиональной подготовки и компетенций обучающихся

со стороны представителей предпринимательского сообщества» [1; 15].

Как показало проведенное исследование, отраслевые особенности профессиональной деятельности будущих специалистов находят свое отражение в структуре и содержании курса, реализуемого в рамках различных образовательных программ магистратуры российских вузов.

Например, на естественно-научных и инженерных направлениях в объеме 2-3 зачетных единиц дисциплина «Проектный менеджмент» преподается в:

- ГАОУ АО ВО «Астраханский государственный архитектурно-строительный университет» – на направлении подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника (программа «Энергетика теплотехнологий») (3 з.е.);

- В ФГБОУ ВО «Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова» – на направлении подготовки 05.04.06 Экология и природопользование (программа «Экологический мониторинг для устойчивого развития») (3 з.е.);

- ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет» – на направлении подготовки 06.04.01 Биология (программа «Биофизика») (2 з.е.);

- В СПбГЭТУ «ЛЭТИ» – на направлениях подготовки 11.04.01 Радиотехника, 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, 11.04.03 Конструирование и технология электронных средств (2 з.е.).

С таким же количеством зачетных единиц курс реализуется на направлениях социально-гуманитарного профиля, например:

- В ФГАОУ ВО Казанский (Приволжский) федеральный университет – на направлении подготовки 38.04.02 Менеджмент (программа «Управление проектами в сфере социального предпринимательства») (3 з.е.);

- В ФГБОУ ВО «Курский государственный университет» – на направлении подготовки 38.04.02 Менеджмент (программа «Управление организацией») (3 з.е.);

- В ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина» – на направлении подготовки 44.04.01 Педагогическое образование (программа «Педагогическое образование») (3 з.е.).

Наибольший объем зачетных единиц – 6 – отведено на курс «Проектный менеджмент» в ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет» по направлению подготовки 38.04.02 Менеджмент (программа «Международный бизнес в цифровой экономике»).

Представленные подходы к объему рассматриваемого курса достаточно распространены и в других российских вузах, что позволяет сделать вывод об их типовом характере и, в целом, о соответствии базовым требованиям подготовки специалистов различного отраслевого профиля.

Однако, авторы считают, что для целей исследования представляют научно-методический интерес и практики преподавания проектного менеджмента/управления проектами не только на магистерских программах, но и на программах бакалавриата. В контексте данного исследования эти практики имеют особую важность, поскольку многие выпускники бакалавриата затем выбирают для продолжения обучения магистерские программы иного профиля. Как следствие, преподаватели должны владеть соответствующим инструментарием преподавания и организацией командной работы в учебных группах, объединяющих студентов с различным профилем бакалаврской подготовки и компетенциями в области проектного менеджмента. Следует отметить, что на направлениях подготовки бакалавриата наблюдается значительный разброс по количеству зачетных единиц (от 2 до 5), приходящихся на исследуемый курс.

В частности, объем курса составляет 2 зачетные единицы в:

- ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет» на направлении подготовки 38.03.02. Менеджмент (профиль «Управление бизнесом»);

- ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет» на направлении подготовки 22.03.02 Металлургия (профиль «Обработка металлов и сплавов давлением»).

Проектный менеджмент в объеме 3 зачетных единиц реализуется в:

- ГАОУ ВО «Московский государственный университет спорта и туризма» на направлении подготовки 42.03.01 Реклама и связи с общественностью (профиль «Социальные коммуникации и масс-медиа современного мегаполиса»);

- ФИЛИАЛЕ ФГБОУ ВО «Владивостокский государственный университет экономики и сервиса» (г. Находка) на направлении подготовки 38.03.02 Менеджмент;

- ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный университет экономики и управления» на направлении подготовки 01.03.05 Статистика (профиль «Анализ и управление данными»).

В таких вузах как: ОЧУ ВО «Гуманитарно-социальный институт» на направлении подготовки 38.03.05 Бизнес-информатика (профиль «Информационная бизнес-аналитика») и ФГБОУ ВО «Финансовый уни-

верситет при Правительстве Российской Федерации» на направлении подготовки 38.03.02 «Менеджмент» курс реализуется в объеме 5 зачетных единиц.

В рамках данного исследования авторами был проведен опрос ряда представителей вузов-членов УМО РФ по образованию в области экономики и менеджмента, среди которых: АОЧУ ВО «Московский финансово-юридический университет», Московский Государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (Национальный исследовательский университет), ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет», ФГБОУ ВО «Российский государственный университет правосудия имени В.М. Лебедева», ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический университет им. М. Е. Евсевьева», АНОО ВО Центросоюза РФ «Российский университет кооперации» и др. Опрос касался тематики преподавания курса «Проектный менеджмент в профессиональной деятельности»/«Управление проектами», результаты которого представлены ниже. На рисунке 1 и 2 представлены результаты опроса о наличии в образовательных программах курса «Проектный менеджмент в профессиональной деятельности» и уровне, на котором он преподается.

Один респондент мог дать несколько вариантов ответов. Таким образом, во всех вузах-участниках опроса подобный курс преподается как в бакалавриате, так и в магистратуре. Он входит как в обязательную часть учебного плана, так и часть, формируемую участниками образовательных отношений (рис. 3).

Количество зачетных единиц в разных вузах варьируется от 3 (42,9%) до 5 и более (42,9%), 14,3%, указали, что не знают ответа на данный вопрос.

Кроме этого, в большинстве вузов данный курс формирует профессиональные компетенции.

На вопрос: «Проводится ли входной контроль оценки знаний в области проектного менеджмента для студентов магистратуры?» – 57,1% респондентов ответили отрицательно, 14,3% – положительно, остальные 28,6% – не владели информацией.

Отвечая на вопрос о соотношении индивидуальных и групповых заданий для студентов в процессе освоения курса «Проектный менеджмент», респонденты отметили одинаковое количество как тех, так и других заданий (рис. 4).

Ответы на вопрос об использовании информационных технологий и методических инструментов в преподавании курса распределились следующим образом (рис. 5).

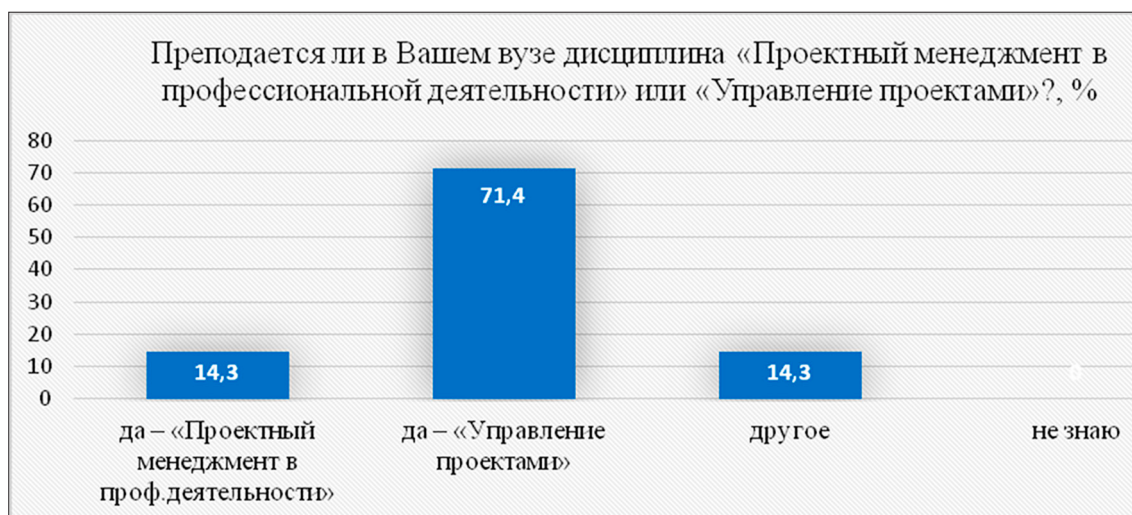


Рис. 1. Ответы респондентов на вопрос о преподавании проектного менеджмента в вузе  
Источник: составлен авторами

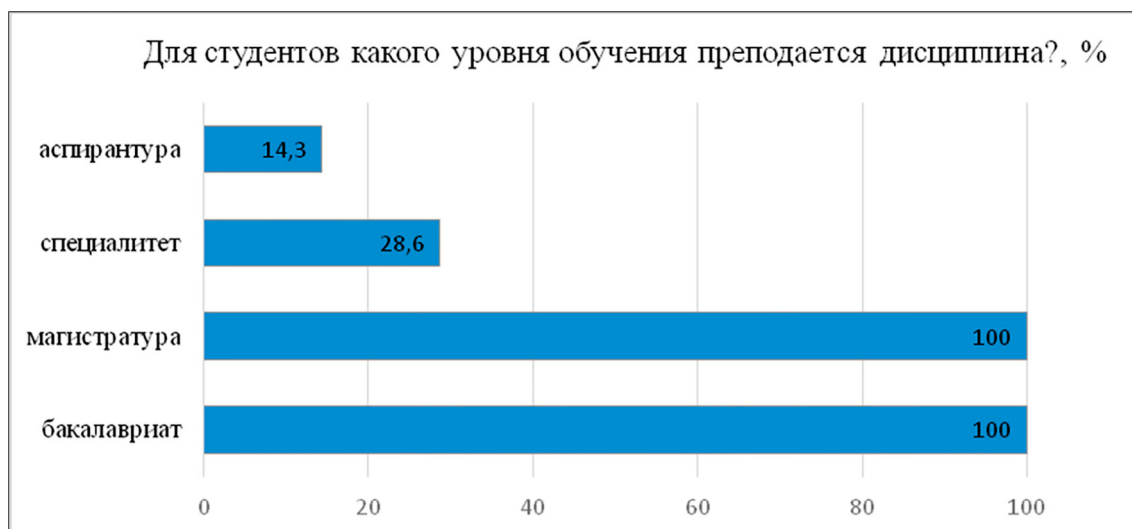


Рис. 2. Ответы на вопрос об уровне обучения, на котором преподается дисциплина  
Источник: составлен авторами

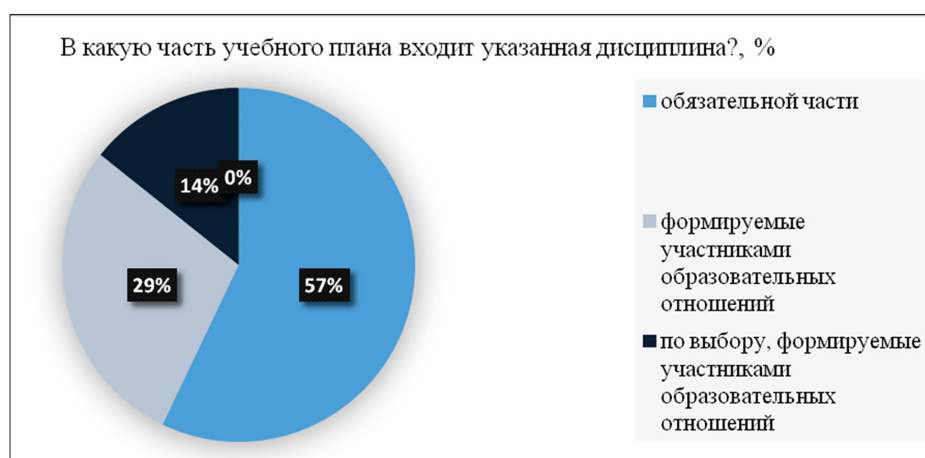


Рис. 3. Ответы на вопрос «В какую часть учебного плана входит указанная дисциплина?»  
Источник: составлен авторами

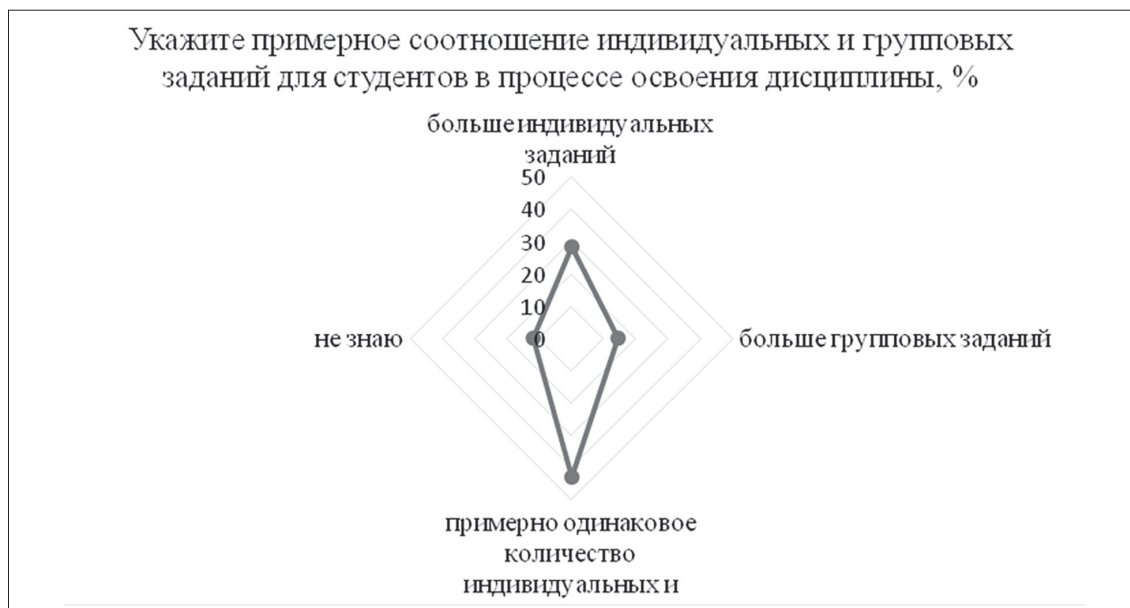


Рис. 4. Ответы на вопрос об индивидуальных и групповых заданиях для студентов  
Источник: составлен авторами



Рис. 5. Используемые информационные технологии в преподавании дисциплины  
Источник: составлен авторами

Респонденты также могли дать несколько вариантов ответов на вопрос о формах итоговой аттестации по курсу «Проектный менеджмент». Во всех вузах наравне с теоретической проверкой знаний (тестирование и устный опрос) проводится защита проекта.

Таким образом, проведенный опрос подтвердил отсутствие единого подхода к преподаванию проектного менеджмента в разных вузах России, что, на самом деле, не является негативным моментом, но предопределяет необходимость учета специфики образовательных программ для магистрантов, обучавшихся на разных направлениях подготовки бакалавриата, и, как следствие, актуальность и практическую потребность в редизайне курса.

Результаты проведенного исследования структурно-логических подходов к преподаванию курса «Проектный менеджмент (в профессиональной деятельности)» на инженерно-технических и гуманитарных программах магистратуры ряда российских вузов, а также результаты опроса, позволяют сделать вывод о том, что и в магистратуре, и в бакалавриате он наиболее системно реализуется на направлении подготовки «Менеджмент». Авторы считают, это вполне логично и объективно, поскольку в процессе изучения курса во взаимосвязи с профильными дисциплинами студенты получают необходимые организационно-управленческие навыки проектной деятельности с учетом ее отраслевой специфики и других факторов влияния и, тем самым, формиру-

ют необходимые профессиональные компетенции для будущей практической работы.

### Выводы

Таким образом, именно для магистерских программ по направлению подготовки Менеджмент актуален редизайн курса «Проектный менеджмент в профессиональной деятельности», учитывающий особенности предшествующей бакалаврской подготовки студентов и будущую сферу их профессиональной деятельности, а именно:

- специфику формирования профессиональных компетенций студентов в области проектного менеджмента, обусловленную профилем их будущей профессиональной деятельности,
- наличие/отсутствие соответствующего базового курса в программе бакалавриата,
- различное количество зачетных единиц курса,
- содержательные и структурные отличия тем курса.

Безусловно, к числу ключевых факторов, влияющих на выбор конкретного подхода к преподаванию проектного менеджмента и его особенности на магистерских программах, следует отнести профиль самого вуза, базовую подготовку преподавателей (инженерную, гуманитарную и т.п.), их знания, навыки, профессиональные компетенции и практический опыт в области проектной деятельности, в том числе в реальном бизнесе. Данные аспекты и составят дальнейшее направление исследований потенциала редизайна курса «Проектный менеджмент в профессиональной деятельности» и смежных курсов.

### Список литературы

1. Марабаева Л.В., Гуськова Н.Д., Ерастова А.В. Методические и практические аспекты редизайна курса магистратуры «Проектный менеджмент в профессиональной деятельности» // Бизнес. Образование. Право. 2024. № 4(69). С. 301-305. DOI: 10.25683/VOLBI.2024.69.1114.
2. Жапаралиева Ж.Ж. Управление проектами устойчивого развития // Лидерство и менеджмент. 2018. Т. 5. № 1. С. 9-24. DOI: 10.18334/lim.5.1.38771.
3. Фоменко Н.М., Сафонов Ф.Д. Проектное управление и управление проектами: опыт, отличия, тенденции и перспективы развития // Лидерство и менеджмент. 2024. Т. 11, № 3. С. 1215-1232. DOI: 10.18334/lim.11.3.121751.
4. Калязина Е.Г., Плешакова Е.Ю., Цветков А.Н. Проектный менеджмент: трактовки, особенности и векторы развития // Теория и практика общественного развития. 2020. № 8. С. 49-57. DOI: 10.24158/tipor.2020.8.6.
5. Марабаева Л.В., Гуськова Н.Д., Ерастова А.В. Принципы командообразования в учебных проектах магистрантов, изучающих курс «Проектный менеджмент в профессиональной деятельности» // Развитие экономики (на микро- и макроуровнях) на основе обеспечения безопасности в сфере ПОД/ФТ/ПРОМУ: сборник научных статей по материалам Международной конференции преподавателей и студентов (Москва, 26 ноября 2024 года) Т. 2. М.: Издательство МФЮА. 2024. С. 454-458. EDN: TABXHU.
6. Пелихов Н.В., Каратаева Г.Е., Грошев А.Р., Безуевская В.А., Каратаев А.С., Косенок С.М. Университет в регионе: как есть и как надо // Университетское управление: практика и анализ. 2017. Т. 21, № 4 (110). С. 116-129. URL: <https://www.umj.ru/jour/article/view/112> (дата обращения: 07.05.2025).
7. Джуринский А.Н. Высшее образование в современном мире: тренды и проблемы (Монографические исследования: педагогика). М.: Прометей. 2017. 186 с. ISBN 978-5-906879-24-0.
8. Косенок С.М. Проектное управление в университете // Вестник Сургутского государственного университета. 2022. № 3 (37). С. 16-22. URL: [https://www.surguvest.ru/jour/article/view/751?locale=ru\\_RU](https://www.surguvest.ru/jour/article/view/751?locale=ru_RU) (дата обращения: 07.05.2025).
9. Семенова Д.А. Сетевые и мультимедиа-технологии при реализации проектной деятельности в рамках учебного процесса в высшей школе // Вестник марийского государственного университета. 2019. Т. 13, № 4. С. 517-524. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/setevye-i-multimediatehnologii-pri-realizatsii-proektnoy-deyatelnosti-v-ramkah-uchebnogo-protsessa-v-vysshey-shkole> (дата обращения: 30.05.2025).
10. Кокшаров А.Р. Актуальные проблемы проектного менеджмента // Лидерство и менеджмент. 2019. Т. 6. № 4. С. 375-384. DOI 10.18334/lim.6.4.41268.
11. Кокшаров А.Р. Анализ состояния проектного управления в реалиях российского бизнеса // Российское предпринимательство. 2019. Т. 20. № 1. С. 71-86. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-sostoyaniya-proektnogo-upravleniya-v-realiyah-rossiyskogo-biznesa> (дата обращения: 04.04.2025).
12. Доманевская Д.В. Эффективное управление проектной командой // Формула менеджмента. 2020. Вып. 2. С. 5-9. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnoe-upravlenie-proektnoy-komandoy> (дата обращения: 07.05.2025).
13. Чуланова О.Л. Технология управления проектами и проектными командами на основе методологии гибкого управления проектами Agile // Вестник Евразийской науки. 2018. № 1. URL: <https://esj.today/PDF/65ECVN118.pdf> (дата обращения: 04.04.2025).
14. Безуевская В.А., Грошев А.Р. Проектная деятельность в университете // Вестник Сургутского государственного университета. 2017. № 2 (16). С. 21-26. URL: [https://www.surguvest.ru/jour/article/view/92?locale=ru\\_RU](https://www.surguvest.ru/jour/article/view/92?locale=ru_RU) (дата обращения: 07.05.2025).
15. Локтионов Д.А., Масловский В.П. Критерии применения Agile-методологии для управления проектом // Креативная экономика. 2018. Т. 12. № 6. С. 839-854. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kriterii-primeneniya-agile-metodologii-dlya-upravleniya-proektom> (дата обращения: 05.05.2025).

УДК 378.14  
DOI 10.17513/snt.40427

## ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПОДГОТОВКЕ НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ

<sup>1</sup>Мельникова Г.Ф., <sup>2</sup>Хусаинова Р.З.

<sup>1</sup>Университет «Синергия», Москва, e-mail: ms.valitova1989@mail.ru;  
<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Казанский государственный институт культуры», Казань

Данное исследование посвящено рассмотрению основных аспектов развития цифровых навыков и разработке и процессу применения технологии веб-квеста при подготовке научно-педагогических кадров. В работе выделены основные цифровые навыки, которые важны современному преподавателю высшей школы, инновационные направления по их формированию и развитию. Цель исследования заключается в разработке и внедрении образовательного веб-квеста на базе стандартных инструментов веб-разработки при подготовке научно-педагогических кадров. Авторы исследовали потенциал веб-квестов в подготовке научно-педагогических кадров, выявив преимущества и разработав рекомендации по их организации для преподавателей. Исследование включало анализ предметной области, сравнительный анализ веб-сервисов для создания образовательного контента, моделирование и разработку веб-квестов, направленных на формирование профессиональных компетенций у студентов. На примере разработанного и апробированного веб-квеста авторы продемонстрировали процесс развития цифровой компетенции у аспирантов, представив детальный сценарий, структуру, цели и задачи каждого этапа, а также необходимые ресурсы. В результате предложена подробная технология создания веб-квеста с использованием конкретного веб-сервиса и приведен пример успешной реализации. Может быть использован в качестве образца для разработки аналогичных образовательных ресурсов.

**Ключевые слова:** научно-педагогические кадры, образование, веб-квест, цифровые технологии, цифровые компетенции

## APPLICATION OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN TRAINING SCIENTIFIC AND PEDAGOGICAL PERSONNEL

<sup>1</sup>Melnikova G.F., <sup>2</sup>Khusainova R.Z.

<sup>1</sup>Moscow Financial and Industrial University Synergy, Moscow,  
e-mail: ms.valitova1989@mail.ru;  
<sup>2</sup>Kazan State University of Culture and Arts, Kazan

This study examines the main aspects of digital skills development and the development and application of web quest technology in the training of scientific and pedagogical staff. The paper highlights the main digital skills that are important to a modern high school teacher, as well as innovative directions for their formation and development. The purpose of the research is to develop and implement an educational web quest based on standard web development tools for the training of scientific and pedagogical staff. The authors investigated the potential of web quests in the training of scientific and pedagogical staff, identifying the advantages and developing recommendations on their organization for teachers. The research included an analysis of the subject area, a comparative analysis of web services for creating educational content, modeling and development of web quests aimed at the formation of professional competencies among students. Using the example of the developed and tested web quest, the authors demonstrated the process of developing digital competence among graduate students, presenting a detailed scenario, structure, goals and objectives of each stage, as well as the necessary resources. As a result, a detailed technology for creating a web quest using a specific web service is proposed and an example of successful implementation is given. It can be used as a sample for the development of similar educational resources.

**Keywords:** scientific and pedagogical staff, education, web quest, digital technologies, digital competencies

### Введение

Аспирантура играет ключевую роль в подготовке высококвалифицированных кадров в сфере науки и образования. В условиях трансформации, таких как цифровизация, глобализация, этап аспирантуры становится важным инструментом для формирования научного потенциала страны. Образовательный процесс в аспирантуре регламентируется ФГОС ВО, который направлен на улучшение качества подготовки специалистов в области науки и образования [1].

Эти изменения и улучшения направлены:

- на актуализацию содержания программ: необходимо их соответствие современным требованиям науки и образования с учетом применения новых методов и технологий;
- повышение квалификации преподавателей: при подготовке высококвалифицированных специалистов необходимо, чтобы научно-педагогические кадры постоянно повышали свою квалификацию;
- практико-ориентированность: необходимо получать не только теоретические

знания, но и формировать умение применить их на практике, в том числе участвуя в научных мероприятиях;

- развитие цифровых компетенций: в условиях цифровой трансформации аспирантам необходимо овладеть современными цифровыми технологиями;

- возможность установления международных связей: развитие международного сотрудничества, участие в международных проектах и взаимодействия с зарубежными коллегами.

Ключевыми аспектами в контексте подготовки аспирантов в условиях цифровой трансформации являются:

- цифровые навыки: аспиранты должны обладать навыками работы с современными информационными технологиями, включая умение применять программы для анализа данных;

- интерактивные методы обучения: внедрение цифровых образовательных платформ и инструментов для дистанционного обучения, которые позволяют аспирантам получить доступ к информационным ресурсам;

- исследовательская деятельность: аспиранты должны уметь применять цифровые инструменты для исследовательской деятельности;

- критическое мышление и инновации: выпускники должны развивать критическое мышление и умение анализировать. Его важность заключается в умении работать с большим потоком информации в цифровой среде.

Таким образом, в результате освоения программы аспирантуры у выпускника должны быть сформированы универсальные и общеуниверсальные компетенции: исследовательские и коммуникативные навыки, навыки управления исследовательской деятельностью, способность к критическому анализу и оценке и т.д. Все вышеуказанное сопряжено с цифровой трансформацией образовательных процессов и требует высокого уровня развития цифровых навыков у выпускников аспирантуры [2].

В настоящее время подготовка научно-педагогических кадров является предметом отдельного внимания научного сообщества: акцентируется внимание на междисциплинарном подходе, который способствует формированию способности интеграции знаний в различных областях; цифровой трансформации, способствующей формированию цифровых навыков; внимание на развитии soft skills, такие как умение работать в команде, навык публичных выступлений и эффективной коммуникации [3]. Ведется разработка и дополнение содержания образовательных программ подготовки

аспирантов, оптимально сочетающего образовательную и научно-исследовательскую составляющие; разрабатываются вариативные модели подготовки аспирантов на основе компетентностного подхода и др.

В условиях цифровой трансформации выпускнику аспирантуры необходимы компетенции как для научной, так и для преподавательской деятельности. Это включает в себя не только умение пользоваться цифровыми технологиями, но и умение применять их в педагогической деятельности [4].

Авторы выявили, что одними из важных цифровых умений, которые должны быть сформированы у выпускника аспирантуры, являются:

- цифровая грамотность: умение использовать цифровые технологии в образовательном процессе, в том числе систему управления обучением (LMS), онлайн-курсы и т.д.;

- интеграция информационных технологий в учебный процесс, разработка электронных ресурсов;

- методические навыки: аспиранты должны адаптировать традиционные методы преподавания в цифровой среде.

Очевидно, что формирование и развитие вышеуказанных компетенций может быть реализовано при помощи различных современных образовательных технологий. В зарубежной и отечественной педагогике накоплен богатый опыт в вопросах дидактического потенциала в вопросах цифровых технологий [5]. Е.С. Полат в своих трудах акцентирует внимание на том, что интернет как образовательная среда открывает новые горизонты для обучения и позволяет значительно расширить и углубить учебный процесс [6, с. 82]. Т.А. Гольцова предполагает, что современные технологии позволяют расширить образовательное пространство, укрепляя междисциплинарную связь [7]. И.В. Роберт охватывает широкий спектр направлений фундаментальных научных исследований в области информатизации отечественного образования [8, с. 32].

Авторы отметили, что, несмотря на достаточное количество работ в области подготовки аспирантов, некоторые вопросы, связанные с конкретными технологиями формирования компетенций не изучены в полной мере. В то же время в последние годы наблюдается активный рост интереса к применению цифровых технологий при подготовке к преподавательской деятельности [9]. Среди них авторы выделили образовательный веб-квест.

В переводе с английского web-quest означает поиск в интернете. Это инновационная образовательная технология, раз-

работанная в США в университете Сан-Диего в 1990-е гг. Б. Доджем и Т. Марчем. Эта методика нацелена на активное вовлечение студентов в исследовательскую деятельность через использование ресурсов интернета [10].

Веб-квест (web-quest) в педагогике – проблемное (ситуационное) задание с элементами ролевой игры, для решения данного задания используются информационные ресурсы интернета. Это одно из современных средств применения ИКТ (информационно-коммуникационных технологий) в целях вовлечения обучающихся в учебный процесс. Веб-квест направлен на развитие у обучаемых навыков аналитического и творческого мышления, развития исследовательских и цифровых навыков. Веб-квест является одной из популярных технологий на сегодня, интерактивность заданий может решить сразу несколько образовательных задач.

Авторы провели анализ научно-педагогической литературы и пришли к выводу, что в отечественных исследованиях веб-квест понимается как проектная работа, ситуационное задание, ролевая игра, метод, форма и средство, деятельность. Авторы выявили целый ряд определений понятия. Например, М.Н. Дементьева дает определение веб-квеста как «продукта совместной деятельности учителя и учеников, публикация созданных учащимися мини-проектов в виде веб-страниц и веб-сайтов (локально или в интернете)» [11]; Е.М. Шульгина считает, что веб-квест помогает изучить проблемные ситуации, связанные с профессиональной деятельностью [12].

Изучая веб-квест как педагогическое явление, авторы выделили некоторые особенности данной технологии:

- веб-квесты могут интегрировать различные методы обучения, такие как проектное обучение, проблемное и многие другие. Это помогает объединять разные подходы и делать образовательный процесс более разнообразным [13];

- веб-квесты направлены на организацию активной познавательной деятельности обучающихся, что позволяет развивать критическое мышление, творческие способности и умение работать самостоятельно [14];

- веб-квест может охватывать различные области изучаемой дисциплины, создавать более комплексные задачи, которые помогут более глубокому пониманию изучаемого вопроса;

- веб-квест требует от обучающихся активного участия в процессе: поиска информации, анализа и саморефлексии [15];

- разнообразные форматы веб-квестов позволяют адаптировать их под конкретные учебные цели;

- веб-квест может выполняться в форме индивидуальной или групповой работы;

- результатом является творческий продукт, который продемонстрирует понимание и усвоение материала.

**Цель исследования** – разработка и внедрение образовательного веб-квеста на основе базовых инструментальных средств веб-разработки при обучении научно-педагогических кадров.

### Материалы и методы исследования

При реализации исследования авторы использовали метод анализа предметной области, чтобы понять, какие знания и навыки необходимы для подготовки аспирантов; сравнительный анализ веб-сервисов, который поможет выбрать самые подходящие инструменты для образовательного контента, моделирование сценариев квеста, проектирование и разработка веб-квестов для формирования профессиональных компетенций у студентов. В представленном примере авторы реализовали краткосрочный квест.

Разработанный веб-квест был включен в дисциплину «Педагогика высшей школы», научной специальности 5.2.4. финансы на базе Университета «Синергия». Выбранная тема – «Организация воспитательного процесса». Веб-квест рассчитан для аспирантов 1 курса очной и дистанционной форм обучения. Авторами была поставлена задача формирования исследовательских и цифровых компетенций аспирантов с помощью технологии веб-квестов в образовательном процессе. Веб-квест был разработан на платформе под названием «Google Sites».

### Результаты исследования и их обсуждение

Технология веб-квестов имеет определенную структуру. Она состоит из следующих элементов:

1. Введение. На данном этапе авторами была определена тема занятия, которое будет проведено как веб-квест. Также на этом этапе авторы определили продолжительность квеста, рассчитано ли оно будет на одно занятие или на несколько. Авторами была выбрана тема «Организация воспитательного процесса», рассчитанная на одно занятие (2 академических часа).

Также на данном этапе необходимо было прописать, какие умения, знания и навыки должны быть сформированы. Согласно рабочей программе дисциплин «Педагогика высшей школы» необходимо сформировать следующие компетенции:

– РД-10. Аспирант способен свободно ориентироваться в теории и практике управления образовательными учреждениями, владеет необходимой терминологией и способен эффективно применять полученные знания в профессиональной деятельности.

– РД-11. Умение применять научно-исследовательский подход к решению задач управления в высшем образовании, используя соответствующие методы и инструменты для выявления проблем, анализа данных, разработки инновационных решений и их научной проверки, а также для обмена результатами исследований с научным сообществом.

– РД-12. Аспирант демонстрирует умение интегрировать результаты своих научных изысканий в области управления высшим образованием в свою профессиональную и преподавательскую деятельность.

2. Задание. На данном этапе авторы сформулировали проблемную задачу. Здесь необходимо было четко указать, в каком виде должны представить результаты работы. Необходимо четко прописать задание, ход действий. Существуют различные виды заданий, такие как пересказ, проектирование, аналитическая задача, творческое задание, убеждение и т.д. Авторами была предложена проблемная задача по заданной теме.

В список источников включены ссылки на сайт, список литературных источников, каждая из них сопровождается короткой аннотацией. Данную информацию можно внести в блок «Ресурсы». Туда же были включены ссылки на сервисы для создания обучающимися подготовленного задания. Как и список информационных источников, список ресурсов для конечных продуктов сопровождается короткими аннотациями.

Важным элементом в разработке является блок «Оценка». Важно, чтобы обучающийся понимал, как должен выглядеть результат. Критерии были размещены в данном блоке, там и была описана процедура оценки. В разработанном авторами веб-квесте конечным продуктом должна стать разработанная должностная инструкция в виде презентации.

Последним блоком является «Заключение». Здесь авторы указали способ рефлексии обучающихся. Она может быть в разной форме, представлен вариант, когда рефлексия будет виртуальной на странице сайта веб-квеста.

Ниже авторами представлен сценарий разработанного веб-квеста по дисциплине «Педагогика высшей школы», тема «Организация воспитательного процесса».

### *Педагогическая проблема*

В современных социально-экономических переменах можно наблюдать смещение многих традиционных основ жизни. Сюда можно включить и категорию воспитания, которая потеряла свою актуальность и необходимость в формировании личности человека. Воспитание всегда ориентировалось в первую очередь на молодое поколение. Однако сегодня в этом процессе образовалась пустота, которую заполнили ложные ценности. Все это свидетельствует о том, что на изменения ценностных ориентиров в молодежной среде преподаватели, являющиеся представителями более старшего поколения, реагируют болезненно и в большинстве случаев неадекватно, стараясь повернуть взгляды студентов на устоявшиеся идеалы своего поколения. Воспитательная деятельность университета – это один из важнейших компонентов современного образования, однако стоит отметить, что важна и роль преподавателя в реализации основных задач воспитания.

### *Педагогические задачи:*

1) закрепить теоретические знания в области педагогики;

2) развивать у обучающихся критическое мышление;

3) сформировать ответственное отношение к учебной деятельности, целеустремленность, умение управлять своими эмоциями;

4) стимулировать обучающихся на поиск нестандартных подходов к решению ситуации;

5) активизировать познавательную активность на будущую профессиональную деятельность.

### *Ожидаемые результаты:*

1) сформировать навыки педагогической работы;

2) изучить особенности взаимодействия в системе «студент – преподаватель»;

3) транслировать профессиональные знания и умения.

### *Задание*

Контекст решения. Первая лекция начиналась в 8 утра. Многие студенты добирались из пригорода, поэтому раннее начало было для них испытанием. Занятие вел уважаемый и очень требовательный преподаватель. Он методично излагал материал, фиксируя ключевые моменты на доске. В этот момент дверь тихонько приоткрылась, и опоздавший студент попытался незаметно проскользнуть на свободное место. Однако преподаватель заметил его и, резко повернувшись, отчитал за опоздание, предупредив, что в следующий раз дверь будет закрыта на ключ.

Как Вы оцените действия преподавателя:

– Подобное поведение преподавателя способствует укреплению его авторитета и приучает студентов уважительно относиться к себе и к учебному процессу, демонстрируя серьезность и ответственное отношение к своему предмету.

– Подобное поведение не способствует установлению атмосферы взаимного уважения и сотрудничества, так как студент максимально старался никому не мешать и не отвлекать, а преподаватель 10 минут отчитывал студента, тем самым отвлекая других студентов от темы занятия.

– Подобное поведение преподавателя улучшает дисциплину на занятии, что хорошо скажется на процессе обучения в дальнейшем.

#### *Задание по кейсу*

Предоставьте преподавателю конкретные рекомендации и предложения для повышения эффективности его работы со студентами.

Сформулируйте обязанности преподавателя, касающиеся воспитания студентов, включив их в должностную инструкцию.

*Критерии оценки выполненных заданий по кейсу:*

– Полнота интерпретации причин представленной ситуации.

– Теоретически обоснованная оценка действий участников задачи.

– Рациональность и нестандартность предложенного решения, его обоснованность научными фактами, идеями и закономерностями.

В разделе ресурсы указаны ссылки на рекомендуемую литературу.

#### *Заключение*

Рефлексия.

Ответьте на вопросы:

Я сегодня узнал...

На практике я буду использовать...

Мне было сложно...

#### **Заключение**

Подводя итог, можно сделать выводы:

– веб-квест способствует активному вовлечению обучающихся в образовательный процесс и формирует способность к самостоятельному поиску решений, умению анализировать ситуацию;

– в условиях быстрого развития технологического процесса навыки работы с веб-квестами окажут помощь в адаптации и эффективной организации профессиональной деятельности;

– обучение аспирантов цифровым навыкам при помощи разработанного и внедренного веб-квеста позволит интегрировать в образовательный процесс новые цифровые инструменты.

#### **Список литературы**

1. Игумнова Е.А., Радецкая И.В. Квест-технология в контексте требований ФГОС общего образования // Современные проблемы науки и образования. 2016. № 6. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=25517> (дата обращения: 08.04.2025). DOI: 10.17513/spno.25517.
2. Бирюкова Н.В. Информационно-деятельностный подход в процессе формирования мотивации изучения непрофильных дисциплин у студентов вуза // Мир науки. Педагогика и психология. 2021. № 6. Т. 9. С. 1–11. URL: <https://mir-nauki.com/PDF/25PDMN621.pdf> (дата обращения: 11.02.2025). DOI: 10.15862/25PDMN621.
3. Осяк С.А., Султанбекова С.С., Захарова Т.В., Яковлева Е.Н., Лобанова О.Б., Плеханова Е.М. Образовательный квест – современная интерактивная технология // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1–2. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=20247> (дата обращения: 16.04.2025).
4. Виштак Н.М., Ходакова Н.П. Программный модуль разработки образовательных веб-квестов // Современные наукоемкие технологии. 2022. № 1. С. 14–19. DOI: 10.17513/snt.39003.
5. Быстрова Н.В., Казначеева С.Н., Юдакова О.В. Самостоятельная работа как средство развития интереса к обучению у студентов вуза // Проблемы современного педагогического образования. 2020. № 66–3. С. 40–43. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42720291> (дата обращения: 07.04.2025).
6. Полат Е.С. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования: учебное пособие для студентов педагогических вузов и системы повышения квалификации педагогических кадров. М.: Академия, 2001. 269 с.
7. Гольцова Т.А., Проценко Е.А. Веб-квест как современная технология профессионально ориентированного обучения иностранным языкам // Вестник Краснодарского университета МВД России. 2022. № 1 (55). С. 107–111. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/web-kvest-kak-sovremennaya-tehnologiya-professionalno-orientirovannogo-obucheniya-inostrannym-yazykam/viewer> (дата обращения: 06.04.2025).
8. Роберт И.В. Теория и методика информатизации образования (психолого-педагогический и технологический аспекты). М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. 398 с.
9. Чернышева А.С. Применение технологий веб-квест при обучении английскому языку младших школьников // Территория новых возможностей. Вестник Владивостокского государственного университета. 2024. Т. 16. № 2. С. 181–190. DOI: 10.24866/VVSU/2949-1258/2024-2/181-190.
10. Мухина А.И. Теоретические и практические аспекты развития исследовательской компетентности педагога // Профессиональное образование в России и за рубежом. 2016. № 4 (24). С. 97–103. URL: [https://www.prof-obr42.ru/Archives/4\(24\)2016.pdf](https://www.prof-obr42.ru/Archives/4(24)2016.pdf) (дата обращения: 16.04.2025).
11. Деметьева М.Н. Технология веб-квест // Интерактивная наука. 2024. № 1 (187). С. 26–27. URL: <https://interactive-plus.ru/e-articles/894/Action894-561594.pdf> (дата обращения: 05.03.2025). DOI: 10.21661/r-561594.
12. Шульгина Е.М. Мотивация познавательной деятельности студентов посредством технологии веб-квест // Вестник ТГУ. 2016. Т. 21 № 5–6 (156–157). С. 40–45. DOI: 10.20310/1810-0201-2016-21-5/6(157/158).
13. Кузнецова О.З. Технология Веб-квест в подготовке аспирантов к преподавательской деятельности // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. 2020. № 2 (21). С. 1–5. EDN: DXQBVV.
14. Васева Е.С., Гребнева Д.М., Бужинская Н.В. Веб-квест как средство формирования цифровой компетентности обучающихся // Информатика в школе. 2023. № 2 (181). URL: <https://school.infojournal.ru/jour/article/view/701> (дата обращения: 05.03.2025). DOI: 10.32517/2221-1993-2023-22-2-34-40.
15. Боронихина И.О. Использование технологии веб-квеста при обучении иностранному языку в вузе // Образовательные ресурсы и технологии. 2021. № 1 (34). С. 21–26. URL: <https://vestnik-muiv.ru/upload/iblock/65b/65b475f9968ec7948629b051d499de21.pdf> (дата обращения: 11.04.2025). DOI: 10.21777/2500-2112-2021-1-21-26.

УДК 376.37  
DOI 10.17513/snt.40428

## ИССЛЕДОВАНИЕ СФОРМИРОВАННОСТИ ПОНИМАНИЯ МНОГОЗНАЧНОСТИ СЛОВ У ДЕТЕЙ СТАРШЕГО ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА С ОБЩИМ НЕДОРАЗВИТИЕМ РЕЧИ

Минаева Н.Г.

ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический университет имени М.Е. Евсевьева»,  
Саранск, e-mail: natmi27@yandex.ru

Цель исследования – изучить особенности понимания многозначности слов у детей старшего дошкольного возраста с общим недоразвитием речи. Для таких детей характерно нарушение всех сторон речевого развития, однако недостаточный уровень сформированности словарного запаса является одним из ключевых компонентов в структуре речевого дефекта. При этом важно не только количество, но и качество словарного запаса, в том числе знакомство дошкольника с таким явлением, как многозначность слов, раскрытие многозначности уже известных слов. Исследование проводилось на базе МАДОУ «Центр развития ребенка – детский сад № 8» г.о. Саранск. Исследование было проведено в период с 3 по 15 ноября 2024 г.; в нем приняли участие 19 дошкольников 6–7 лет, посещающих логопедическую группу и имеющих заключение о наличии общего недоразвития речи (III уровень речевого развития). В эмпирической части статьи представлены ход и результаты проведенного эксперимента по исследованию понимания многозначности слов у детей старшего дошкольного возраста с общим недоразвитием речи. Диагностическая программа включала задания, которые предъявлялись обследуемым индивидуально: понимание многозначного слова-предмета, понимание многозначного слова-признака, понимание многозначного слова-действия, понимание фразеологизмов. Анализ экспериментальных данных показал отсутствие у дошкольников показателей высокого уровня и уровня выше среднего по всем заданиям; преобладающими оказались результаты, соотносимые с уровнем ниже среднего. Дети данной категории испытывают затруднения при интерпретации лексического значения слов-предметов, слов-действий, слов-признаков, определения, предлагаемые детьми, характеризуются конкретностью, неразвернутостью, практически не используются варианты с переносным значением, детям требуется стимулирующая помощь. Обучающиеся не употребляют в собственной речи многозначные слова и/или выражения или делают это очень редко, понимание многозначных слов нарушено. Выявлена необходимость организации коррекционной работы по формированию понимания многозначности слов у детей исследуемой категории.

**Ключевые слова:** многозначность слов, словарный запас, старший дошкольный возраст, общее недоразвитие речи, констатирующее исследование

*Исследование выполнено в рамках гранта на проведение научно-исследовательских работ по приоритетным направлениям научной деятельности вузов-партнеров ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И.Н. Ульянова» и ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический университет имени М.Е. Евсевьева» по теме «Научно-методические аспекты коррекционно-развивающей работы с детьми с ограниченными возможностями здоровья».*

## STUDY OF THE DEVELOPMENT OF UNDERSTANDING THE POLYMEANING OF WORDS IN CHILDREN OF SENIOR PRESCHOOL AGE WITH GENERAL SPEECH UNDERDEVELOPMENT

Minaeva N.G.

Mordovian State Pedagogical University, Saransk, e-mail: natmi27@yandex.ru

The aim of the study was to investigate the features of understanding the polysemy of words in senior preschool children with general speech underdevelopment. Such children are characterized by a violation of all aspects of speech development, but an insufficient level of vocabulary formation is one of the key components in the structure of a speech defect. At the same time, not only the quantity, but also the quality of the vocabulary is important, including the preschooler's acquaintance with such a phenomenon as the polysemy of words, the disclosure of the polysemy of already known words. The study was conducted on the basis of the MADOU "Child Development Center – Kindergarten No. 8" of the urban district. Saransk. The study was conducted from November 3 to November 15, 2024; it involved 19 preschoolers aged 6–7 years attending a speech therapy group and having a conclusion about the presence of general speech underdevelopment (level III of speech development). The empirical part of the article presents the progress and results of the experiment to study the understanding of the polysemy of words in senior preschool children with general speech underdevelopment. The diagnostic program included tasks that were presented to the subjects individually: understanding of a polysemantic word-object, understanding of a polysemantic word-feature, understanding of a polysemantic word-action, understanding of phraseological units. Analysis of the experimental data showed the absence of high-level and above-average level indicators in preschoolers for all tasks; the results corresponding to the below-average level were predominant. Children in this category experience difficulties in interpreting the lexical meaning of words-objects, words-actions, words-features;

the definitions offered by children are characterized by concreteness, lack of development, practically no variants with a figurative meaning are used, children require stimulating assistance. Students do not use polysemantic words and/or expressions in their own speech or do so very rarely, the understanding of polysemantic words is impaired. The need for organizing correctional work to develop an understanding of the polysemy of words in children of the studied category was revealed.

**Keywords:** polysemy of words, vocabulary, senior preschool age, general speech underdevelopment, ascertaining research

*The study was carried out within the framework of a grant for conducting research work in priority areas of scientific activity of partner universities Ulyanovsk State Pedagogical University named after I.N. Ulyanov and Mordovian State Pedagogical University named after M.E. Evseev on the topic «Scientific and methodological aspects of correctional and developmental work with children with disabilities».*

## Введение

Работа над словарным запасом обучающихся является одной из наиболее значимых задач языкового развития личности, его полнота и развернутость во многом определяют успешность освоения ребенком образовательной программы, эффективность его участия в коммуникации.

Словарный запас можно определить как совокупность основных единиц речи – слов, обозначающих предметы, действия, признаки, явления окружающей действительности. Будучи минимальной единицей речи, слово имеет не только внешнюю форму (звуковая оболочка, звук или комплекс звуков), но и внутреннее содержание – лексическое значение. При этом достаточно распространенным языковым явлением является многозначность слов. Сущность данного языкового явления исследована многими авторами. Многозначность слова можно определить как его способность одновременно быть обозначением нескольких объектов или явлений действительности; по наблюдению В.Н. Мусатова, данная способность определяется имеющейся у данных объектов или явлений общностью или сходством присущих им признаков или свойств [1, с. 16].

Исследователи относительно данного языкового явления часто используют термин «полисемия»; Ю.Д. Апресян считает его синонимичным термину «многозначность» слова, также указывая, что у значений многозначного слова сохраняется нечто общее [2].

В.Ю. Апресян, Ю.Д. Апресян, О.В. Драгой рассматривают многозначное слово как комплекс из нескольких лексико-семантических вариантов единого значения слова, которые с разных сторон характеризуют единое смысловое целое [3]. Анализ многозначного слова как совокупности лексико-семантических вариантов позволил авторам выделить различные типы и виды многозначности. Так, Н.Ю. Шведова выделила типы многозначности с учетом источника ее образования, автор указывает на наличие

многозначности, основанной на: метафорическом переносе; расширении значения; сужении значения; коннотативном компоненте значения слова [4].

Создание полноценной лексической базы является центральным звеном всей работы по речевому развитию дошкольника. Развитие и обогащение словаря ребенка – это длительный и сложный процесс, который предполагает прежде всего накопление новых слов, освоение их значений и формирование умений практического применения в коммуникативных ситуациях. Важной составляющей этого процесса становится знакомство дошкольника с таким явлением, как многозначность слов, раскрытие многозначности уже известных слов.

Общее недоразвитие речи (ОНР) широко распространено в детской популяции. Оно характеризуется недоразвитием всех сторон речи, прежде всего лексики, отмечают А.Д. Гасанова, С.Н. Сорокоумова [5]. С.В. Архипова, Т.А. Нестерова выделяют характерные особенности речевого развития детей данной группы: бедность словарного запаса, недостатки словообразования и словоизменения, нарушения лексической сочетаемости [6]. Вопросы особенностей развития словаря дошкольников с данными речевыми нарушениями достаточно подробно рассмотрены в современных исследованиях. И.В. Абрамова, В.Д. Ларина указывают на ограниченность словарного запаса детей данной категории, что, в частности, приводит к блеклости и стереотипности высказываний [7]. У.В. Цыбаева, Е.Ю. Медведева отмечают превалирование пассивного словаря над активным [8], С.В. Архипова, М.В. Подшивалова отмечают преобладание номинативного словаря над атрибутивным и предикативным у дошкольников данной категории [9]. А.Н. Гамаюнова, О.В. Бобкова, О.А. Кудряшова приходят к выводу о том, что дети с ОНР легче понимают, усваивают и воспроизводят в речи только лексику, связанную с их опытом деятельности, с конкретными объектами, применяемыми в ней, в то время

как словами с абстрактным значением, в том числе пространственно-временными категориями, дети овладевают с большим трудом [10]. Имеющиеся недостатки словарного запаса Е.В. Жулина, Е.В. Пономарева объясняют недостаточной сформированностью семантических полей [11], Т.Б. Филичева, Т.В. Туманова, Ю.Р. Гущина указывают также на присущие детям с ОНР трудности структуризации одного семантического поля, неточности выделения его ядра и периферии [12]. При этом в ряде работ имеются прямые или косвенные указания и на проблемы освоения такого явления, как многозначность слов. Так, Е.В. Белобородовой выявлена ограниченность понимания и объективации детьми с ОНР переносного значения вторичных наименований, затруднения в семантизации и контекстуализации полисемантических слов и выражений [13, с. 17]. Т.А. Пескишева также указывает на имеющиеся у дошкольников с ОНР трудности в толковании значений пословиц, в понимании и употреблении фраз с переносным значением [14]. Г.В. Бабина приводит данные, свидетельствующие о наличии у детей с ОНР смешения прямого и переносного значений слова, нейтрализации многозначности, выраженных трудностях опознания лексических единиц с переносным значением, интерпретации их значений [15, с. 147].

Таким образом, имеющиеся данные указывают на проблемы овладения дошкольниками данной категории таким явлением, как многозначность слов.

**Цель исследования** – изучить особенности понимания многозначности слов у детей старшего дошкольного возраста с общим недоразвитием речи.

### Материалы и методы исследования

Автором были применены следующие методы исследования: теоретический обзор научно-методической литературы по проблеме исследования; эмпирические методы исследования (констатирующий эксперимент).

Диагностическая программа включала следующие задания, которые предъявлялись обследуемым индивидуально.

1. Понимание многозначного слова-предмета.

Материалом выступили многозначные слова-предметы (*коса, машинка, шляпка, крошка, молния, бабочка, ручка, центр, лист, ножка*). Педагог последовательно предъявлял обследуемому слова, предлагая объяснить, что означает названное слово; при отсутствии самостоятельного названия нескольких значений взрослый ис-

пользовал стимулирующую помощь, предлагал подумать и сказать, что еще означает это слово.

Оценка выполнения задания осуществлялась в баллах. Уровень выполнения задания определялся с учетом качественных и количественных характеристик: высокий уровень определялся в случае, если обследуемый предлагал несколько альтернативных вариантов определений к 8–10 словам-предметам, к остальным давал одно определение; данный результат оценивался в 5 баллов; уровень выше среднего определялся в случае, если обследуемый предлагал несколько альтернативных вариантов определений к 4–7 словам-предметам, к остальным давал одно определение; данный результат оценивался в 4 балла; средний уровень определялся в случае, если обследуемый предлагал несколько альтернативных вариантов определений к 1–3 словам-предметам, к остальным давал одно определение; данный результат оценивался в 3 балла; уровень ниже среднего констатировался, если участником исследования было предложено только одно определение к 6–10 словам-предметам; данный результат оценивался в 2 балла; низкий уровень констатировался, если дошкольником было предложено только одно определение к 5 и менее словам-предметам; данный результат оценивался в 1 балл.

2. Понимание многозначного слова-признака.

В качестве диагностического материала использовались многозначные слова-признаки: *золотой, сильный, светлый, теплый, волшебный, пустой, зеленый, мягкий, ласковый, веселый*. Обследуемому последовательно задавались вопросы с использованием каждого из слов-признаков: «Скажи, что бывает золотым?» и т.п. При отсутствии альтернативных вариантов экспериментатор оказывал стимулирующую помощь, побуждая предложить другие слова-предметы к указанному слову-признаку.

Оценка выполнения задания осуществлялась в баллах. Уровень выполнения задания определялся с учетом качественных и количественных характеристик: высокий уровень определялся в случае, если обследуемый предлагал несколько альтернативных вариантов слов-предметов к 8–10 словам-признакам; данный результат оценивался в 5 баллов; уровень выше среднего констатировался у дошкольника в случае, если им было предложено несколько вариантов слов-предметов к 4–7 словам-признакам, к оставшимся словам он предлагал только один вариант слова-предмета; оценка за данный результат – 4 балла; задание

считалось выполненным на среднем уровне, если участник исследования смог назвать несколько вариантов слов-предметов к 1–3 словам-признакам, а к остальным словам-признакам – только одно слово-предмет; данный результат оценивался в 3 балла; уровень ниже среднего констатировался, если дошкольником был предложен только один вариант слова-предмета к 6–10 словам-признакам, и он не смог подобрать слова-предметы к оставшимся словам-признакам; оценка за данный результат составляла 2 балла; низкий уровень констатировался, если дошкольник предлагал только один вариант слова-предмета к пяти и менее словам-признакам, на остальные вопросы ответ не давал; данный результат оценивался в 1 балл.

3. Понимание многозначного слова-действия.

Материалом выступили многозначные слова-действия (*идти, бежать, лететь, наступать, хлопать, ударить, светить, петь, бить, кипеть*). Экспериментатор последовательно предъявлял обследуемому слова-действия, предлагая назвать, кто или что может совершать данное действие, например: «Что может идти?». При отсутствии альтернативных вариантов педагог оказывал стимулирующую помощь, побуждая предложить другие слова-предметы к указанному слову-действию.

Оценка выполнения задания осуществлялась в баллах. Уровень выполнения задания определялся с учетом качественных и количественных характеристик: высокий уровень определялся в случае, если обследуемый предлагал несколько альтернативных вариантов слов-предметов к 8–10 словам-действиям; данный результат оценивался в 5 баллов; уровень выше среднего констатировался у испытуемого в случае, если им было предложено несколько вариантов слов-предметов к 4–7 словам-действиям, к оставшимся словам он предлагал только один вариант слова-предмета; оценка за данный результат – 4 балла; задание считалось выполненным на среднем уровне, если ребенок смог назвать несколько вариантов слов-предметов к 1–3 словам-действиям, а к остальным словам-действиям – только одно слово-предмет; данный результат оценивался в 3 балла; уровень ниже среднего констатировался, если дошкольником был предложен только один вариант слова-предмета к 6–10 словам-действиям, и он не смог подобрать слова-предметы к оставшимся словам-признакам; оценка за данный результат составляла 2 балла; низкий уровень констатировался, если воспитанник предлагал только

один вариант слова-предмета к 5 и менее словам-действиям, на остальные вопросы ответ не давал; данный результат оценивался в 1 балл.

4. Понимание фразеологизмов.

В качестве диагностического материала использовались фразеологизмы: *не разлить водой, в рот воды набрал, любопытной Варваре на базаре нос оторвали, надул губы, ветер в голове, работать, не разгибая спины, длинный язык, уши вянут, родился в рубашке, держать ухо востро*. Педагог последовательно предъявлял обследуемому фразеологизмы, предлагая объяснить, что означает названное выражение.

Оценка выполнения задания осуществлялась в баллах. Уровень выполнения задания определялся с учетом качественных и количественных характеристик: правильности, корректности определений выражений, а также количества адекватных интерпретаций фразеологизмов. Высокий уровень определялся в случае, если обследуемый предлагал адекватную интерпретацию 9–10 высказываний; данный результат оценивался в 5 баллов; уровень выше среднего определялся в случае, если обследуемый верно объяснял смысл 7–8 высказываний; данный результат оценивался в 4 балла; средний уровень определялся в случае, если обследуемый предлагал адекватную интерпретацию 5–6 высказываний; данный результат оценивался в 3 балла; уровень ниже среднего определялся в случае, если обследуемый верно объяснял смысл 3–4 фразеологизмов; данный результат оценивался в 2 балла; низкий уровень определялся в случае, если обследуемый адекватно интерпретировал не более двух высказываний; данный результат оценивался в 1 балл.

Суммарное количество баллов, набранное участником исследования, соотноствовалось с уровнем сформированности понимания многозначности слов и навыков их лексического сочетания с другими словами: высокий уровень – 20–18 баллов, уровень выше среднего – 17–15 баллов, средний уровень – 14–11 баллов, уровень ниже среднего – 10–7 баллов, низкий уровень – 6–4 балла соответственно.

Констатирующее исследование было организовано на базе МАДОУ «Центр развития ребенка – детский сад № 8» г.о. Саранск. Исследование было проведено в период с 3 по 15 ноября 2024 г.; в нем приняли участие 19 дошкольников, посещающих логопедическую группу и имеющих заключение о наличии общего недоразвития речи, III уровня речевого развития. Возраст воспитанников 6–7 лет.

### Результаты исследования и их обсуждение

Диагностическое исследование показало отсутствие у участников исследования показателей высокого уровня и уровня выше среднего по всем заданиям; были зафиксированы показатели среднего уровня, уровня ниже среднего и низкого уровня. Преобладающими оказались результаты, соотносимые с уровнем ниже среднего.

Первое задание было направлено на выяснение понимания испытуемыми многозначности слов-предметов, слов-омонимов. Данные, полученные в процессе его выполнения дошкольниками, свидетельствовали об отсутствии показателей результатов, характерных для высокого уровня: ни один из детей не смог дать несколько определений всем предложенным словам или большей части из них. Также не было получено результатов, соотносимых с уровнем выше среднего, предполагающим, что ребенок правильно дает определение всем словам, при этом способен предложить альтернативные варианты для 4–7 слов из 10 предложенных. Характер выполнения заданий, соответствующий среднему уровню, смогли продемонстрировать 7 воспитанников (36,85 % от общего числа детей). Данные дошкольники смогли дать адекватные определения всем словам, и к 1–3 из 10 слов предложили альтернативные варианты. Наиболее знакомы дети данной группы были с многозначностью таких слов, как *лист*, *бабочка*, *молния*, *машинка*. Примеры определений, данных детьми: «лист – на дереве растет, и бумага»; «бабочку я на праздник надевал на шею, а еще это насекомое»; «молния в небе сверкает, когда дождь, гроза, а еще молния на одежде застегивается»; «машинка игрушечная есть, и дома машинка стиральная, вещи стирать». В определениях, данных детьми, прослеживается преимущественно опора на собственный опыт, но также и понимание функционального назначения ряда предметов. Подавляющее большинство дошкольников – 10 детей, что составляет 52,63 % от общего количества участников исследования, продемонстрировали результаты, соотносимые с уровнем ниже среднего. Данные дошкольники не смогли предложить альтернативный вариант определения ни к одному из слов и дали одно верное определение 6–10 словам. Автор отмечает, что определения, сформулированные детьми, в значительном количестве были неразвернутыми и недостаточно точными, например, к слову *молния* были подобраны такие определения: «это ток», «это гроза», «когда дождь»;

к слову *центр*: «когда встаю в середину», «это в городе»; к слову *машинка*: «мальчики играют», «игрушка» и т. п. Также у двух воспитанников (10,52 % от общего числа детей) продемонстрированные результаты были отнесены автором к низкому уровню, эти дошкольники смогли подобрать адекватные определения к 5 и менее словам из предложенных 10, альтернативных вариантов подобрано не было. Данным детям были менее знакомы такие слова, как *коса*, *шляпка*, *центр*, *лист*; слова *ручка* и *ножка* дети словесно не определили, вместо этого использовали указательные жесты, показав данную часть тела на себе. Им требовалось неоднократное повторение инструкции, стимулирующая помощь.

Второе задание диагностического исследования было направлено на выявление степени сформированности понимания многозначности слов-признаков у дошкольников с речевыми нарушениями. Воспитанникам было предложено 10 хорошо знакомых слов-признаков, к которым в ходе обследования необходимо было подобрать соответствующие слова-предметы, ответив на вопрос «Что бывает...?». Как и в предыдущем задании, дошкольники не смогли продемонстрировать результаты, соотносимые с высоким и выше среднего уровнями выполнения данного задания, то есть не смогли предложить к словам-признакам несколько слов-предметов. Часть обследованных детей – 6 чел. (31,57 % участников исследования) показали результат, отнесенный автором к среднему уровню. Дошкольники адекватно ответили на все вопросы и подобрали альтернативные варианты слов-предметов для слов-признаков в 1–3 вопросах. Среди признаков, к которым такие испытуемые смогли подобрать несколько вариантов, были следующие: золотой, сильный, ласковый, зеленый; реже – теплый. Примеры речевой продукции детей: «золотым бывает кольцо, листья осенью»; «сильным бывает спортсмен, который штангу поднимает, еще ветер»; «ласковая мама, кот ласковый у нас дома»; «теплый бывает день, когда лето, одежда теплая зимой, одеяло теплое» и др. Автор отмечает, что подбираемые детьми слова в основном имели конкретное значение, однако в небольшом количестве случаев были использованы слова с переносным значением («волшебное слово», «золотые руки»). Самая большая часть воспитанников – 10 чел. (52,63 % дошкольников) – показала результаты, соотносимые с уровнем ниже среднего. У этих детей автор не зафиксировал предложений альтернативных вариантов слов для указанных признаков, они смогли назвать одно

слово-предмет для признака в 6–10 вопросах. Им требовалась стимулирующая помощь в виде повтора инструкции, наводящих вопросов, примеров. Слова-признаки, вызвавшие у дошкольников наибольшие затруднения – *пустой, светлый, мягкий*. Подбор слов испытуемыми в большинстве случаев имел конкретный характер, практически не было предложено вариантов, связанных с переносным значением слова-признака (например, *волшебное слово, ласковые руки, теплый взгляд* и т.п.). Автор приводит примеры подбора слов детьми: к слову *волшебный* – «палочка, волшебник», *зеленый* – «листочки; краска; трава», *мягкий* – «подушка; шерсть». Остальные 3 дошкольника (15,80% от общего числа) продемонстрировали результаты, соответствующие низкому уровню понимания многозначности слов-признаков, то есть справились с подбором к признаку единственного варианта слова в 5 и менее вопросах. Детям требовалась стимулирующая помощь; наблюдались отказы отвечать в ситуациях затруднений.

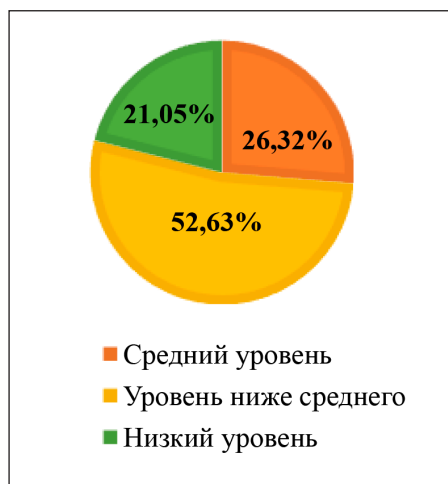
В третьем задании выявлялась степень сформированности понимания многозначности слов-действий у дошкольников с речевыми нарушениями. Воспитанникам необходимо было ответить на 10 вопросов с использованием слова-действия: «Что может...?», «Где можно употребить слово «...»?» и т.п. Данные, полученные в процессе выполнения задания, свидетельствовали об отсутствии показателей результатов, характерных для высокого уровня: дети не смогли подобрать альтернативные варианты ответов на все вопросы или на большую их часть. Также не было получено результатов, соотносимых с уровнем выше среднего, предполагающим, что дошкольник правильно подбирает к одному действию несколько слов в 4–7 вопросах из 10 предложенных. Характер выполнения заданий, соответствующий среднему уровню, смогли продемонстрировать 7 воспитанников (36,85% от общего числа детей). Дети справились с подбором адекватных вариантов во всех вопросах, а в 1–3 вопросах смогли предложить альтернативные варианты; при этом большинству детей требовалась стимулирующая помощь («А что (кто) еще может бежать?» и т.п. Из слов-действий самыми доступными для подбора нескольких вариантов оказались слова *бежать, лететь, идти*. Однако разнообразие вариантов чаще всего определялось отнесенностью к лексическим темам «люди», «животные»; слова имели конкретное значение; вариантов, связанных с использованием переносного значения слова-действия (например, «идти / бежать / лететь может время»),

предложено не было. Примеры ответов детей: «идти может человек, собака, лошадь»; «бежать может спортсмен, человек, кошка, лошадь»; «лететь может самолет, вертолет, птица» и др. Значительная часть дошкольников – 9 чел. (47,35% от общего числа) – показала результаты, соотносимые с уровнем ниже среднего. Дошкольники смогли назвать одно слово-предмет для указанного в вопросе действия в 6–10 вопросах, подбора альтернативных вариантов отмечено не было, даже с использованием стимулирующей помощи экспериментатора. К словам-действиям, вызвавшим у воспитанников наибольшие затруднения, можно отнести следующие: *кипит, наступит*. Подбор слов детьми, как уже отмечалось, в большинстве случаев имел конкретный характер, не было предложено вариантов, связанных с переносным значением слова-действия. Автор приводит примеры подбора слов детьми: «Где ты употребишь слово *хлопать*»? – хлопает дверь / хлопать в ладоши», «Что (кто) может *петь*? – певица / я / птичка / песня» и т.п. Результаты, соответствующие низкому уровню понимания многозначности слов-действий, продемонстрировали 3 дошкольника (15,80% от общего числа). Данные испытуемые не смогли ответить на 5 и более вопросов. Детям требовалась стимулирующая помощь; наблюдались отказы отвечать в ситуациях затруднений.

Четвертое задание было направлено на выяснение степени понимания дошкольниками с речевыми нарушениями фразеологизмов, широко применимых в общении. Автор отмечает, что из всех предложенных заданий данное задание вызвало у участников исследования значительные затруднения. Не были получены результаты, соотносящиеся с высоким, выше среднего и средним уровнями выполнения задания. Незначительное количество детей – 5 чел. (25% от общего числа обследуемых), продемонстрировали результаты, отнесенные автором к уровню ниже среднего: они интерпретировали 3–4 высказывания, давая адекватную смысловую трактовку фразеологизмам. Наиболее понятными и знакомыми детям оказались такие высказывания: *в рот набрал воды, уши вянут, надул губы, любопытной Варваре на базаре нос оторвали*, широко применимые в обиходно-бытовых ситуациях. Примеры интерпретаций фразеологизмов, предложенных дошкольниками: «в рот набрал воды – человек не отвечает, когда его спрашивают / молчит»; «надул губы – один мальчик обижается на другого / обиделся и ни с кем не разговаривает»; «уши вянут – говорит плохие слова / говорит плохое, другим не нравится

это слушать» и т.п. Наибольшее количество воспитанников (14 чел., 73,68% от общего числа детей) продемонстрировали результаты, отнесенные автором к низкому уровню. Эти дети дали адекватную интерпретацию 1 или 2 высказываниям, при этом им требовалось повторение инструкции, направляющая и стимулирующая помощь, примеры из жизни. Некоторые высказывания дети объясняли буквально – повторяли выражение, иногда привязывая объяснение к бытовой ситуации, например: «в рот набрал воды – взял стакан и набрал из него в рот воды / выпил воду / взял в рот воду, но не проглотил пока»; «длинный язык – это когда язык очень длинный, как у змеи / он длинный, большой», «не разлить водой – пролил воду, которую нес в стакане / не надо воду проливать, надо аккуратно». В ряде случаев дошкольники затруднялись предложить какие-либо объяснения, отказывались отвечать.

Обобщенная оценка результатов выполнения всей совокупности заданий позволила автору выявить три уровня сформированности понимания многозначности слов и навыков их лексического сочетания с другими словами у дошкольников с ОНР: средний, ниже среднего, низкий. Наглядно распределение участников исследования с учетом выявленного уровня сформированности понимания многозначных слов и навыков их сочетания с другими словами представлено на рисунке.



*Распределение дошкольников с ОНР по уровню сформированности понимания многозначности слов по результатам выполнения всех заданий эксперимента*

К первой, наиболее благоприятной группе были отнесены дети со средним уровнем. В данную группу вошли 5 дошкольников

(26,32% от общего количества детей). Данные испытуемые способны адекватно раскрыть лексическое значение слова, а также назвать несколько значений к некоторым из предложенных многозначных слов-предметов, слов-действий, слов-признаков; количество альтернативных вариантов при этом – не более двух, они, как правило, имеют конкретное значение, варианты с переносным значением не используются. Данная группа характеризуется редким использованием в самостоятельных высказываниях многозначных слов, но пониманием их смысла в конкретной ситуации общения.

Ко второй группе обучающихся были отнесены дети с уровнем ниже среднего. По результатам констатирующего эксперимента было выявлено 10 обучающихся (52,63% от общего числа участников исследования), отнесенных к данной группе. Данные дошкольники испытывают затруднения при интерпретации лексического значения слова, определения, предлагаемые детьми, характеризуются конкретностью, не развернутостью, испытуемые данной группы не способны в большинстве случаев самостоятельно предложить альтернативные варианты значений к предложенным многозначным словам-предметам, словам-действиям, словам-признакам. Данная группа характеризуется тем, что обучающиеся не используют в собственной речи многозначные слова и/или выражения или используют очень редко, понимание используемых многозначных слов нарушено.

К третьей группе были отнесены дети с низким уровнем сформированности понимания многозначности слов. Данную группу составили 4 дошкольника (21,05% от общего числа участников исследования). Детям требуется стимулирующая помощь при определении лексического значения слов, но даже с помощью они не во всех случаях способны адекватно раскрыть значение слов; наблюдаются отказы отвечать в ситуациях затруднений; группа характеризуется тем, что обучающиеся редко используют многозначные слова или вообще не используют и не понимают их смысла.

Таким образом, по результатам проведенного констатирующего эксперимента автором сделан вывод, что среди 19 обследованных детей старшего дошкольного возраста с ОНР преобладают дети с уровнем ниже среднего (52,63%), что говорит о недостаточной сформированности понимания многозначности слов и выражений детьми исследуемой группы. Результаты исследования и наблюдения подтверждают необходимость организации логопедической

работы по формированию понимания многозначности слов и выражений с дошкольниками с ОНР.

### Заключение

Понимание многозначности слов у дошкольников с ОНР характеризуется преимущественно уровнем ниже среднего. Дети данной категории испытывают затруднения при интерпретации лексического значения слов-предметов, слов-действий, слов-признаков, определения, предлагаемые детьми, характеризуются конкретностью, не развернутостью, практически не используются варианты с переносным значением, детям требуется стимулирующая помощь. Дошкольники с ОНР способны предложить альтернативные варианты значений слов в ограниченном количестве случаев. Обучающиеся не используют в собственной речи многозначные слова и/или выражения или прибегают к ним очень редко, понимание многозначных слов нарушено. Выявлена необходимость организации коррекционной работы по формированию понимания многозначности слов у детей исследуемой категории.

### Список литературы

1. Мусатов В.Н. Словообразовательная полисемия отглагольных суффиксальных существительных в современном русском языке: монография. М.: ООО «ФЛИНТА», 2019. 448 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://lib.rucont.ru/efd/244465> (дата обращения: 30.04.2025). ISBN 978-5-9765-1781-3.
2. Апресян Ю.Д. Правила взаимодействия значений и словарь // Русский язык в научном освещении. 2005. № 1 (9). С. 7–45. URL: <https://rjano.ruslang.ru/rjarchive/2005-1/7-45> (дата обращения: 22.04.2025).
3. Апресян В.Ю., Апресян Ю.Д., Драгой О.В., Иомдин Б.Л., Кестучё Лауринавичюте А., Левонтина И.Б., Лопухин К.А., Лопухина А.А., Урысон Е.В. О методе комплексного семантического, статистического и психолингвистического анализа многозначности // Русская речь. 2019. № 1. С. 8–17. URL: <https://russkayarech.ru/rjarchive/2019-1/8-17> (дата обращения: 22.04.2025). DOI: 10.31857/S013161170003937-9.
4. Шведова Н.Ю. Русский семантический словарь (Опыт описания лексики как системы) // Вестник Российского гуманитарного научного фонда. 1996. № 1. С. 220–227. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43850881> (дата обращения: 22.04.2025). EDN: GHCBPZ.
5. Гасанова А.Д., Сорокоумова С.Н. Специфика речевых нарушений у дошкольников с общим недоразвитием речи // Нацразвитие. Наука и образование. 2022. № 7 (10). С. 17–21. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49764200> (дата обращения: 25.04.2025). EDN: OZFRZU.
6. Архипова С.В., Нестерова Т.А. Диагностика развития связной речи детей старшего дошкольного возраста // Учебный эксперимент в образовании. 2024. № 3 (111). С. 17–28. URL: [https://mordgpi.ru/upload/iblock/b95/UEvO-3\\_2024\\_s\\_obl.pdf](https://mordgpi.ru/upload/iblock/b95/UEvO-3_2024_s_obl.pdf) (дата обращения: 23.04.2025).
7. Абрамова И.В., Ларина В.Д. Организация и результаты исследования лексической стороны речи дошкольников с общим недоразвитием речи // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. 2023. № 11–2. С. 38–42. URL: <http://www.nauteh-journal.ru/index.php/2/2023/№11/2> (дата обращения: 22.04.2025).
8. Цыбаева У.В., Медведева Е.Ю. Изучение особенностей лексической стороны речи у дошкольников с общим недоразвитием речи // Проблемы современного педагогического образования. 2020. № 67–1. С. 251–254. URL: <https://gpa.cfuv.ru/attachments/article/4601/Выпуск%2067%20часть%201,%202020%20год.pdf> (дата обращения: 29.04.2025).
9. Архипова С.В., Подшивалова М.С. Формирование словаря у дошкольников с общим недоразвитием речи посредством интерактивных тренажеров // Проблемы современного педагогического образования. 2019. № 65–1. С. 16–20. URL: <https://gpa.cfuv.ru/attachments/article/4051/Выпуск%2065%20часть%201,%202019%20год.pdf> (дата обращения: 27.04.2025).
10. Гамаюнова А.Н., Бобкова О.В., Кудряшова О.А. Исследование сформированности лексики с временным значением у дошкольников с общим недоразвитием речи // Современные наукоемкие технологии. 2024. № 10. С. 117–121. URL: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=40181> (дата обращения: 29.04.2025). DOI: 10.17513/snt.40181.
11. Жулина Е.В., Пономарева Е.В. К вопросу о нарушениях лексической стороны речи у дошкольников с общим недоразвитием речи // Проблемы современного педагогического образования. 2018. № 61–4. С. 98–101. URL: <https://gpa.cfuv.ru/attachments/article/3840/Выпуск%2061%20часть%204,%202018%20год.pdf> (дата обращения: 23.04.2025).
12. Филичева Т.Б., Туманова Т.В., Гушина Ю.Р. Особенности словообразовательной и коммуникативной активности детей дошкольного возраста с нарушениями речи // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 6. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=15751>. DOI 10.17513/spno.2014.6 (дата обращения: 25.04.2025).
13. Белобородова Е.В. Формирование образных средств языка у дошкольников с общим недоразвитием речи: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Москва, 2007. 23 с. URL: <https://www.disscat.com/content/formirovanie-obraznykh-sredstv-yazyka-u-doshkolnikov-s-obshchim-nedorazvitiem-rechi> (дата обращения: 25.04.2025).
14. Пескишева Т.А. Использование малых фольклорных форм в логопедической работе с детьми 4–7 лет с общим недоразвитием речи // Традиции и инновации комплексной помощи детям с ограниченными возможностями здоровья как ресурс развития инклюзивного пространства (на примере Вологодской области) / Под ред. О.А. Денисовой. Череповец: Череповецкий государственный университет, 2016. С. 199–207. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29796520> (дата обращения: 25.04.2025). EDN: ZCAYXZ.
15. Бабина Г.В., Шарипова Н.Ю. Структурно-слоговая организация речи дошкольников. Онтогенез и дизонтогенез: монография. М.: Прометей, 2022. 218 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://e.lanbook.com/book/220739> (дата обращения: 26.04.2025). ISBN 978-5-00172-233-5.

УДК 371.84:5  
DOI 10.17513/snt.40429

## ВНЕУРОЧНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ОБУЧАЮЩИХСЯ КРАЕВЕДЧЕСКОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ В ПРОСТРАНСТВЕ ГОРОДСКОГО ПАРКА

Морозова Е.Е., Исаева О.А., Федорова О.А., Скиданова К.М.

ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет  
имени Н.Г. Чернышевского», Саратов, e-mail: [olgaisaeva08@mail.ru](mailto:olgaisaeva08@mail.ru)

Статья посвящена вопросам организации внеурочной деятельности обучающихся. Работа осуществлялась в 2023-2024 году с младшими школьниками 3-4 классов образовательных учреждений МОУ «СОШ № 60» имени Героя Советского Союза П. Ф. Батавина, МАОУ «СОШ «Аврора», МАОУ «Гимназия № 3» г. Саратова на тематических занятиях, экскурсионных маршрутах, в играх. Поставлена цель: обобщить результаты педагогического опыта по организации внеурочной деятельности обучающихся краеведческой направленности в условиях пространства городского парка. Для достижения цели авторы выявили важные тенденции развития внеурочной деятельности школьников, заложенные в современное образование, а именно: смещение акцентов на становление саморегуляции у детей и подростков; построение образовательного пространства вокруг человека; развитие самостоятельности и активности у представителей подрастающего поколения в ходе решения социально значимых задач. Оценили возможности использования природных и социокультурных зон парка в образовательных целях, отметили его потенциал с учетом функций: мировоззренческой, просветительской, прогностической, практической, рекреационной, социальной, экологической. Разработали и апробировали экскурсионные маршруты экологической, исторической и математической направленности. Описали результаты организации игры «Тайны городского парка», что позволило обобщить работу творческих коллективов образовательных учреждений по созданию природоохранных экскурсионных маршрутов с учетом интересов и предпочтений обучающихся.

**Ключевые слова:** внеурочная деятельность, игровые технологии, научно-познавательная деятельность, общественно-полезная экологическая деятельность, младшие школьники, экскурсионные маршруты охраны парка, краеведение

## EXTRACURRICULAR ACTIVITIES OF LOCAL HISTORY STUDENTS IN THE URBAN PARK SPACE

Morozova E.E., Isaeva O.A., Fedorova O.A., Skidanova K.M.

Saratov State University, Saratov, e-mail: [olgaisaeva08@mail.ru](mailto:olgaisaeva08@mail.ru)

The article is devoted to the organization of extracurricular activities of students. The work was carried out in 2023-2024 with younger schoolchildren of grades 3-4 of educational institutions of the MOU "Secondary School No. 60" named after Hero of the Soviet Union P. F. Batavin, MAOU "Secondary School Aurora", MAOU "Gymnasium No. 3" in Saratov on thematic classes, guided tours, and games. The aim is to summarize the results of pedagogical experience in organizing extracurricular activities of local history students in the urban park environment. To achieve this goal, the authors identified important trends in the development of extracurricular activities of schoolchildren embedded in modern education, namely: a shift in emphasis on the formation of self-regulation in children and adolescents; building an educational space around a person; developing independence and activity among the younger generation in solving socially significant tasks. They assessed the possibilities of using the natural and socio-cultural areas of the park for educational purposes, and noted its potential, taking into account its functions: ideological, educational, predictive, practical, recreational, social, and environmental. We have developed and tested guided tours with an ecological, historical and mathematical orientation. The results of the organization of the game "Secrets of the City Park" were described, which made it possible to summarize the work of creative teams of educational institutions to create environmental excursion routes, taking into account the interests and preferences of students.

**Keywords:** extracurricular activities, game technologies, scientific and cognitive activities, socially useful environmental activities, primary school students, guided tours of the park, local history

### Введение

Одним из приоритетных направлений в стратегии развития воспитания в Российской Федерации на период до 2030 года определено становление гуманитарного, культурного, научного и образовательного пространства вокруг национальной идеи самореализации и развития детей и молодежи [1]. Организация деятельности обучающихся во внеурочное время с выходом в соци-

окультурное пространство может способствовать решению этой важной задачи.

При построении образовательных программ по разным направлениям внеурочной деятельности (научно-познавательных, военно-патриотических, общественно-полезных и др.) активно используются туристско-краеведческие формы работы со школьниками [2, с. 7]. Данное направление требует от педагогов комплексного

и последовательного решения мировоззренческих, методических вопросов в ценностном самоопределении детей к социо-природному окружению, к познавательной деятельности.

**Цель исследования** заключается в обобщении результатов педагогического опыта по организации внеурочной деятельности обучающихся краеведческой направленности в условиях пространства городского парка. Цель конкретизирована в задачах:

1. Выявить современные тенденции развития внеурочной деятельности в условиях ФГОС;

2. Оценить возможности использования природных и социокультурных зон парка в образовательных целях;

3. Разработать и апробировать экскурсионные маршруты экологической, исторической и математической направленности;

4. Описать результаты работы творческих коллективов образовательных учреждений по созданию природоохранных экскурсионных маршрутов в ходе игры.

#### **Материалы и методы исследования**

Работа проводилась на базе образовательных учреждений МОУ «СОШ № 60 имени Героя Советского Союза П.Ф. Батавина», МАОУ «СОШ «Аврора», МАОУ «Гимназия №3» г. Саратова при участии 60 обучающихся 3-4 классов в период с сентября 2023 года по май 2024 года. Авторами организованы тематические занятия (с сентября 2023 года по май 2024 года), экскурсионные маршруты на территории парка культуры и отдыха имени А.М. Горького г. Саратова (с сентября по ноябрь 2023 года), игра «Тайны городского парка» (с декабря 2023 года по март 2024 года). Использованы методы: теоретические (анализ нормативных документов, научной и справочно-энциклопедической литературы); эмпирические (опрос, изучение продуктов творческой деятельности обучающихся, вербальная ассоциативная методика ЭЗОП (эмоции, знания, охрана, польза) для определения типа доминирующей установки школьников в отношении природы [3, с.70-72], статистическая обработка экспериментальных данных).

#### **Результаты исследования и их обсуждение**

Решая первую задачу, выявили, что методологические и методические основы организации деятельности обучающихся в пространстве города и парка отражены во многих работах: это технологии естественного воспитания с помощью различных видов имитационного и игрового

поведения взрослых и детей в коллективе и в труде [4, с. 339-363]; инициативы организации свободного времени обучающихся, где практики происходят вне школы [5, с. 43-54; 6-7]; описание возможностей использования городской среды и образовательного пространства, их вклада в развитие формального и неформального обучения [5, с. 43-54; 8, с. 7; 9]. Показано, что современная внеурочная деятельность школьников ориентирована на изучение мира природы и общества; осознание ими значимости общественно-полезной деятельности; решение важных задач приобщения представителей молодого поколения к традиционным духовно-нравственным ценностям во взаимодействии с педагогами и семьей [10, с. 5-12]. Д.В. Григорьев подчеркивает необходимость достижения результатов рассматриваемой деятельности трех уровней [2, с. 8-12].

С точки зрения авторов, краеведение как комплексное современное знание объединяет в себе элементы разных научных дисциплин, в нем все время проявляются новые тенденции развития с учётом местных условий и традиций социума [11]; осуществляется поиск зависимостей между природными и социокультурными факторами. Данный подход согласуется с многими тенденциями образования, среди которых – развитие человеческого капитала и «обучение через всю жизнь», что проявляется в смещении акцентов на развитие саморегуляции у детей и подростков и построение образовательного пространства вокруг человека, чтобы он сам был внутренне мотивирован и настроен на достижение учебных целей [12, 13]; развитие самостоятельности [14] и активности в ходе решения социальных значимых задач [15, с. 6-7, 12-13].

Решая вторую задачу, авторы оценили данное пространство с учетом его природных и социокультурных зон.

Природная зона представлена территорией памятника природы регионального значения, где более 200 лет существует уникальная байрачная дубрава из высокоствольного дуба черешчатого. Здесь также произрастают другие виды древесно-кустарниковых пород растений (более 70 видов), летом своей красотой поражают яркие клумбовые композиции (ирисы, пионы, петунии и др.), из представителей животного мира можно встретить белок, лебедей, уток, черепаш, рыб и др. Уникальные пруды представляют собой целостную гидрологическую систему, поддерживающую жизнеспособность данной экосистемы. Социокультурная зона отражается в объектах (деревянные скульптуры, чугунный мост, около 20 аттракци-

онов, верёвочный городок, детские и оздоровительные комплексы разной степени сложности) и мероприятиях (музыкальные фестивали; спортивные состязания; выставки; народные гуляния; праздники; концерты танцевальных и театральных коллективов; игровые, развлекательные и познавательные программы; ярмарки, представления). Отдельные объекты и экосистема парка в целом могут служить основаниями для проведения научно-познавательной и общественно-полезной деятельности (исследовательские работы, творческие сборы, экологические школы, мониторинг за состоянием объектов, этнографическое моделирование). Посетители определяют особенности природных объектов, узнают о культурно-исторических событиях и роли людей в создании культурного центра города, выявляют связи между природными, социальными и экономическими процессами на локальном уровне, анализируют экологические проблемы и ищут варианты их решения, соблюдают нормы и правила экологического поведения.

Это пространство может использоваться в образовательных целях с учётом его многообразных функций: мировоззренческой (отражает многообразие ценностных характеристик объектов); просветительной (реализует разные виды культурной деятельности); прогностической, практической (совершенствует процессы регуляции норм, традиций); рекреационной (организует отдых, развлечения, информационно-просветительскую и физкультурно-оздоровительную работу); социальной (учитывает интересы всех групп посетителей и возможные взаимодействия между ними); экологической (решает локальные экологические, социальные и экономические проблемы).

Таким образом, включение природных и социокультурных зон парка в образовательный процесс представляет собой уникальную возможность для углубленного изучения и расширения представлений о природных особенностях родного региона, совершенствования понимания закономерностей естественных процессов, формирования ценностных ориентаций к объектам, направляя детей к участию в природоохранной деятельности и воспитывая навыки экологически безопасного поведения в природе.

Для решения третьей и четвертой задач авторы разработали экскурсионные маршруты и игру, организовали мероприятия по их апробации, провели опрос, диагностику и изучили продукты творческой деятельности обучающихся.

В рамках опроса ребята назвали ассоциации, которые у них вызывает слово «парк». Большинство детей (40%) ответили, что это деревья, природа; 25% – это игры и развлечения, 25% – это красота; 10% – это отдых. Отвечая на вопрос «Для чего люди создают парки?», 40% опрошенных считают, что их создают для красоты, 25% – чтобы здесь гуляли дети и отдыхали взрослые; 15% – для зелени в городе, 15% – для хорошего воздуха, 5% – для тишины. На вопрос «Какие тайны могут быть у парка?» ребята ответили: «Кто посадил деревья; кто его основал; чем одни растения отличаются от других; могут ли быть зарыты здесь сокровища?». Ранжирование по результатам вербальной ассоциативной методики ЭЗОП (эмоции, знания, охрана, польза) для определения типа доминирующей установки школьников в отношении природы [3, с.70-72] показало, что у респондентов проявляются: прагматическая установка «природа как объект пользы» (31%), эстетическая установка «природа как объект красоты» (30%), когнитивная установка «природа как объект изучения» (20%) и этическая установка «природа как объект охраны» (19%) в отношении природы. Таким образом, большинство опрошенных имеют эмоционально-положительное отношение к парку: проявляют интерес к объектам, отмечают его природный потенциал, однако мало осведомлены о значении данной территории как пространства научно-познавательной и общественно-полезной экологической деятельности.

Экскурсионные маршруты и игра, предлагаемые авторами, обеспечивают восприятие социоприродных объектов в их естественности, целостности и многообразии, позволяют перейти от результатов внеурочной деятельности одного уровня к результатам другого; предоставляют школьникам равные стартовые возможности в апробации ролей «эколог», «историк», «математик», обращение к опыту земляков, использование рефлексии в деятельности и др.

Экскурсионный маршрут «Парк экологических традиций» включал в себя объекты природы; задания (наблюдения, эксперименты, анализ среды обитания с учетом жизненных потребностей объектов, оценка значения природоохранной деятельности И.Б. Миловиной, Ю.Л. Соловьева, Л.П. Худяковой, Ю.В. Волкова, вопросы об участках экологической напряженности, о сезонных явлениях в природе, о мероприятиях по охране). В ходе прохождения маршрута участники открывали экологическую значимость парковых зон как неотъемлемой части экологического каркаса;

как объекта, влияющего на обстановку, биологическое разнообразие Саратовского региона и отражающего экосистемную организацию природы.

Экскурсионный маршрут «Парк математического знания» включал в себя объекты природного и социокультурного назначения; задания (изучение объектов как источников математических знаний, выполнение арифметических операций). В ходе прохождения маршрута участники открывали математические смыслы его охраны: «Математика окружает нас повсюду», «Великая книга Природы написана математическими символами», «Уникальность объектов парка можно подтвердить математическим сопровождением».

Экскурсионный маршрут «Событийно-исторический парк» включал в себя объекты, созданные человеком; задания (изучение объектов как исторических источников, анализ исторических ситуаций, вопросы о роли А.Д. Панчулидзева, Ю.А. Гагарина, Е.С. Лузиной в развитии парка). В ходе прохождения маршрута участники открывали его историко-культурную значимость, отмечали развитие образа: от дворянской усадьбы, от территории для культуры и отдыха до современного интеллектуального пространства.

Краеведческая игра «Тайны городского парка» объединила все возможные ресурсы для его охраны в единое целое. На первом этапе игры «По неведомым дорогам», используя игровые карточки и игровое поле, школьники знакомились с его объектами, выявляли зоны экологической нестабильности, предлагали природоохранные действия, обращались за помощью к героям игры (Змей – Горыныч, Баба-Яга, Кощей Бессмертный) и советовались с членами коллектива. На втором этапе «По дорогам научного знания» ребята принимали участие в виртуальном путешествии, используя игровую карту. Участники игры познакомились с алгоритмом организации экскурсионных маршрутов. На третьем этапе «Жители города на защите парка!» дети работали с игровыми карточками, давали характеристики социокультурным мероприятиям, организуемым администрацией, определяли личностные смыслы его посещения (организация отдыха и досуга; развитие общения с членами семьи и друзьями; участие в активной познавательной и общественно-полезной деятельности, природоохранных мероприятиях). В ходе четвертого этапа «Парк будущего» творческие коллективы (3-4 человека) создавали экскурсионные маршруты для его охраны, например: Парк общения и знаний, Культурный отдых Ивановых,

Великие лесники России, игра-квест «Посади сосну», Зеленая Аллея Памяти; Русская сказка; Вдохновение для художника; Парк фундаментальных законов природы и др.

На завершающем этапе работы авторы провели опрос и изучили продукты творческой деятельности обучающихся. Анализ показал, что экскурсионные маршруты и задания к ним были составлены с учетом интересов, впечатлений и предпочтений ребят, полученных в ходе посещения парка. Например, полюбовавшись красотой клумб, школьники заинтересовались сочетаемостью растений, их планировкой, включив соответствующие задания в свой маршрут. Понаблюдав за утками, лебедями, голубями, белками, насекомыми, младшие школьники составили задания на выявление отличительных особенностей зоологических объектов. Прочитав инструкцию к аттракциону «Колесо обозрения», школьники определили число кабинок, грузоподъемность всего аттракциона, составили вопросы о соблюдении мер безопасности. В ходе наблюдений школьники выявили особенности системы водоемов и их количество, предложили интересные интерпретации названий парковых прудов. Деревянные скульптуры по мотивам произведения А.С. Пушкина «Руслан и Людмила» озадачили ребят: сколько лет в этом году исполнится известной поэме? Обучающиеся проявили готовность посадить дубы, предложили новые конструкции мусорных контейнеров, подготовили информационные таблички об обитателях, отметили значимость создания здесь особой социокультурной атмосферы. Разработанные коллективами собственные экскурсионные маршруты – часть общей модели «Парк будущего».

В рамках итогового опроса ребята называли ассоциации, которые у них вызывает слово «парк»: «источник экологического, исторического и математического знания»; «место общения ребят»; «здесь не должно быть зон экологической напряженности»; «у парка есть будущее, где важная роль будет отведена растениям и его обитателям», что свидетельствует об осведомленности участников игры о потенциале парка как пространства научно-познавательной и общественно-полезной экологической деятельности.

Обсуждаемая деятельность нацелена на решение научно-познавательных, общественно-полезных, экологообразовательных задач и ориентирована на достижение результатов трех уровней. Первый уровень (восприятие детьми фактов организации природы и общественной жизни) достигнут на внеурочных краеведческих заняти-

ях; второй уровень (позитивное отношение к окружающим объектам и ценностям общества: человек, семья, Отечество, знания, культура) достигнут в ходе взаимодействия коллективов школьников в общеобразовательной среде школы, мероприятиях игры; третий уровень (опыт самостоятельного экскурсионного действия – разработка экскурсионного маршрута) достигнут в ходе взаимодействия младших школьников с педагогами, родителями, студентами вуза, представителями научной общественности Саратовской области при посещении мероприятий, прохождении экскурсионных маршрутов, представлении и защите собственных продуктов деятельности на региональной научно-практической конференции «Миловидовские чтения: Проблемы сохранения природного разнообразия Саратовской области», на областном фестивале детских экологических театров образовательных учреждений Саратовского региона.

### Заключение

Авторы обосновали, применили на практике формы и виды организации внеурочной деятельности обучающихся краеведческой направленности в пространстве городского парка и предложили педагогам и студентам, как сочетать их между собой. Обобщенный педагогический опыт поможет развивать личностные смыслы научно-познавательной, общественно-полезной экологической деятельности подрастающего поколения в школе, в природном окружении и увидеть значение собственной активности для других людей и природы.

Экскурсионные маршруты становятся все более популярным инструментом для привлечения внимания общества к вопросам изучения и восприятия окружающей действительности, к природному и социокультурному пространству, формирования ценностного и деятельностного отношения к природе родного края.

### Список литературы

1. Постановление Правительства РФ от 26 декабря 2017 г. N 1642 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие образования» (с изменениями и дополнениями). URL: <https://base.garant.ru/71848426/?ysclid=m91r234vwp373513621> (дата обращения: 15.03.2025).
2. Григорьев Д.В., Степанов П.В. Внеурочная деятельность школьников. Методический конструктор: пособие для учителя. М.: Просвещение, 2011. 223 с. ISBN 978-5-09-025672-8.
3. Ясвин В.А. Психология отношения к природе. М.: Смысл, 2000. 456 с. ISBN: 5-89357-063-4.
4. Веденеева О.А., Савва Л.И., Сайгушев Н.Я. История педагогики. СПб.: Наукоемкие технологии, 2017. 373 с. ISBN: 978-5-9906429-6-6.
5. Поливанова К.Н., Бочавер А.А., Павленко К.В., Сивак Е.В. Образование за стенами школы. Как родители проектируют образовательное пространство детей. М.: Изд. дом Высшей школы экономики. 2020. 384 с. ISBN: 978-5-7598-1986-8 (в обл.). ISBN: 978-5-7598-2068-0 (e-book).
6. Смирнов С.А. Город-кампус, или Образовательное пространство города. Методологический конструкт // Высшее образование в России. 2019. № 4. С. 44–59. DOI: 10.31992/0869-3617-2019-28-4-44-59.
7. Густокашина Л.А. Воспитание в современной образовательной среде // Воспитание школьников. 2019. № 3. С. 3–8. URL: <https://znanium.ru/read?id=360536> (дата обращения: 15.03.2025).
8. Дирульников А.М. В учениках у реальности. М.: Образовательные проекты, 2018. 252 с. ISBN: 978-5-98368-133-0.
9. Ардабаская И.А. Неформальное образование в школе: проблемы и перспективы // Вестник Костромского государственного университета. Серия: Педагогика. Психология. СоциокINETика. 2016. № 1. С. 17–20. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/neformalnoe-obrazovanie-v-shkole-problemy-i-perspektivy> (дата обращения: 15.03.2025).
10. Организация внеурочной деятельности в начальной школе: учеб. пособие / Т.А. Колесникова, З.У. Колокольникова, О.Б. Лобанова, Т.В. Газизова, И.А. Власова. Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2019. 144 с. ISBN: 978-5-7638-4243-2.
11. Морозова Е.Е., Тимофеева А.Г., Ларионов О.И., Исаева О.А. Психолого-педагогические аспекты совершенствования экологообразовательной деятельности студентов и педагогов // Гуманитарные и социальные науки. 2013. № 5. С. 230–241. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/psihologopedagogicheskie-aspekty-sovershenstvovaniya-ekologoobrazovatelnoy-deyatelnosti-studentov-i-pedagogov/viewer> (дата обращения: 15.03.2025).
12. Обухов А.С. Современные исследования проблемы мотивации и саморегуляции человека в ситуации неопределенности и изменчивости мира // Исследователь. 2019. № 1–2 (25–26). С. 10–21. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-issledovaniya-problemy-motivatsii-i-samoregulyatsii-cheloveka-v-situatsii-neopredelennosti-i-izmenchivosti-mira/viewer> (дата обращения: 15.03.2025).
13. Есауленко С.С., Обухов А.С. Образовательное пространство города: анализ практики Олимпиады «Музеи. Парки. Усадьбы» // Исследователь. 2023. № 3 (43). С. 108–127. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obrazovatelnoe-prostranstvo-goroda-analiz-praktiki-olimpiady-muzei-parki-usadby/viewer> (дата обращения: 15.03.2025).
14. Декина Е.В., Пазухина С.В. Развитие учебной самостоятельности младших школьников в исследовательской деятельности // Концепт. 2023. № 7. С. 35–47. DOI: 10.24412/2304-120X-2023-11060. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-uchebnoy-samostoyatelnoy-mladshihshkolnikov-v-issledovatel'skoy-deyatelnosti> (дата обращения: 15.03.2025).
15. Смирнова Н.В. Технологии развития социальной активности школьников: учебно-методическое пособие. СПб.: КультИнформПресс, 2021. 77 с. ISBN: 978-5-8392-0859-9.

УДК 37.02:378.14  
DOI 10.17513/snt.40430

## ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ НАЦИОНАЛЬНО-РЕГИОНАЛЬНОГО КОМПОНЕНТА В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКЕ БУДУЩЕГО УЧИТЕЛЯ

Птицына Е.В.

*ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет», Петрозаводск,  
e-mail: ptycina@yandex.ru*

В современных условиях задачами системы образования являются обеспечение исторической преемственности поколений, сохранение национальной культуры (обычаев, традиций, ценностей, искусства), включение региональных компонентов в образовательный процесс. Национально-региональный компонент в профессиональной подготовке будущего учителя в вузе играет ключевую роль в формировании глубокого понимания культурного наследия и традиционных ценностей родного края. Автор акцентирует внимание на множестве аспектов региональной составляющей, усиливающих значимость гуманизации и гуманитаризации образовательного процесса, акцентируя внимание на развитии духовных ценностей и фундаментальных личностных качеств обучающихся. Цель статьи заключается в выявлении и обосновании педагогических условий реализации национально-регионального компонента в профессиональной подготовке будущего учителя и представлении результатов опытно-экспериментальной работы. Автор подчеркивает важность реализации национально-регионального компонента в профессиональной подготовке будущего учителя, так как это является важным шагом на пути к гармоничному развитию общества, к сохранению культурного многообразия нации, подготовке подрастающего поколения, понимающего значимость и ценность культурных различий разных народов России. Это неисчерпаемый источник вдохновения для будущего учителя, стремящегося сохранять и переосмысливать традиционные и современные аспекты в своей практической деятельности. В статье представлены результаты опытно-экспериментальной работы по реализации национально-регионального компонента в профессиональной подготовке будущего учителя на базе кафедры технологии, изобразительного искусства и дизайна Петрозаводского государственного университета. Автор делает вывод, что выделенные педагогические условия способствуют реализации национально-регионального компонента в профессиональной подготовке будущего учителя и способствуют формированию понимания культурного наследия, интеграции молодежи в мировое культурное пространство.

**Ключевые слова:** национальная культура, традиции, краеведение, национально-региональный компонент, педагогические условия, будущий учитель

## PEDAGOGICAL CONDITIONS FOR THE IMPLEMENTATION OF THE NATIONAL-REGIONAL COMPONENT IN THE PROFESSIONAL TRAINING OF FUTURE TEACHERS

Ptitsyna E.V.

*Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, e-mail: ptycina@yandex.ru*

In modern conditions, the objectives of the education system are to ensure the historical continuity of generations, the preservation of national culture (customs, traditions, values, art), and the inclusion of regional components in the educational process. The national-regional component in the professional training of future teachers at the university plays a key role in forming a deep understanding of the cultural heritage and traditional values of the native land. The author focuses on a variety of aspects of the regional component that enhance the importance of humanization and humanitarization of the educational process, focusing on the development of spiritual values and fundamental personal qualities of students. The purpose of the article is to identify and substantiate the pedagogical conditions for the implementation of the national-regional component in the professional training of future teachers and to present the results of experimental work. The author emphasizes the importance of implementing a national-regional component in the professional training of future teachers, as this is an important step towards the harmonious development of society, the preservation of the cultural diversity of the nation, and the training of the younger generation, who understand the importance and value of cultural differences between the different peoples of our country. This is an inexhaustible source of inspiration for future teachers who strive to preserve and rethink traditional and modern aspects in their practical activities. The article presents the results of experimental work on the implementation of the national-regional component in the professional training of future teachers at the Department of Technology, Fine Arts and Design of Petrozavodsk State University. The author concludes that the identified pedagogical conditions and the experimental work carried out contribute to the implementation of the national and regional component in the professional training of future teachers and contribute to the formation of an understanding of cultural heritage, the integration of youth into the global cultural space.

**Keywords:** national culture, traditions, local history, national and regional component, pedagogical conditions, future teacher

### Введение

В современных условиях в образовательной политике России, сложной по этническому, религиозному и социальному составу [1; 2], большое внимание уделяется

формированию национального самосознания и сохранения национальных культурных ценностей подрастающего поколения, как одного из условий преодоления кризисных явлений духовно-нравственного

и межэтнического характера, наблюдаемых в последнее время. Сегодня перед каждым поколением стоит задача сохранить уникальное искусство, национальные культурные традиции родного края. Архитектура древних церквей с золотыми куполами в центральной части страны, фольклорные мотивы северных узоров и барышни в национальных костюмах южных республик, созданные руками талантливых мастеров – всё это часть огромного культурного наследия, формирующего национальную идентичность российского народа. Тула славится самоварами, каждый из которых может рассказать свою историю; Казань – искусством чеканки, олицетворяющим силу и точность, Вологда – кружевами, отражающими утонченность и изящество. Даже небольшой резной сундук или расписная глиняная игрушка могут стать мостом, соединяющим прошлое с настоящим, передавая новым поколениям важные обычаи, образы и ценности. В регионах России, где традиции и обычаи передаются из поколения в поколение, сохраняется уникальность и самобытность каждой локальной культуры [3; 4].

Ключевыми задачами системы образования Российской Федерации являются обеспечение исторической преемственности поколений и сохранение национальной культуры государства [5; 6]. В этой связи все большее значение приобретает включение региональных составляющих, охватывающих множество аспектов национальной культуры (обычаев, традиций, ценностей, искусства и др.), в образовательный процесс. Особое внимание уделяется национально-региональному компоненту, который способствует сохранению культурного наследия России, формированию этнокультурной и гражданской идентичности подрастающего поколения и усиливает значимость гуманизации и гуманитаризации образовательного процесса, акцентируя внимание на развитии духовных ценностей обучающихся. Включение материала национально-регионального компонента в содержание предметных дисциплин способствует принятию культурных различий, формированию толерантного мировоззрения и оценке многообразия культуры как ценного ресурса для личностного роста будущего учителя и развития общества в целом. Основными направлениями национально-регионального компонента являются воспитание бережного отношения и любви обучающихся к культуре, традициям, природе, истории родного края.

**Цель работы** заключается в обосновании педагогических условий реализации национально-регионального компонента

в профессиональной подготовке будущего учителя и представлении результатов опытно-экспериментальной работы кафедры технологии, изобразительного искусства и дизайна Петрозаводского государственного университета.

### **Материалы и методы исследования**

Материалы и методы исследования: анализ литературы и обобщение опыта реализации национально-регионального компонента на базе кафедры технологии, изобразительного искусства и дизайна Петрозаводского государственного университета.

### **Результаты исследования и их обсуждение**

Автор обращается к реализации национально-регионального компонента, основной задачей которого становится изучение культурного наследия, уникальных традиций и обычаев родного края; на примере опыта Петрозаводского государственного университета, кафедры технологии, изобразительного искусства и дизайна, направления подготовки «Педагогическое образование» («Художественное образование в области изобразительного искусства и культурологическое образование», «Технология и дополнительное образование в области декоративно-прикладного творчества»). На кафедре ведется системная работа по этнокультурному воспитанию студентов – будущих учителей, создаются условия для их активного погружения в мир традиционного искусства, системной активизации к изучению национальной культуры [7; 8], раскрывающих микрокосм культурных особенностей региона; интеграции современных технологий и инновационных подходов в процесс обучения, создавая динамичную и интерактивную культуротворческую среду для раскрытия творческого потенциала студентов.

На основе анализа проведенной опытно-экспериментальной работы автор выделяет педагогические условия реализации национально-регионального компонента в профессиональной подготовке будущего учителя: а) организация культуротворческой среды [9] через интеграцию культурных и региональных особенностей родного края; б) изучение и сохранение местных народных промыслов, ремесел, прикладного искусства; в) использование материала о территориальных природных особенностях родного края; г) включение будущего учителя в разнообразные виды деятельности; д) использование технологии проектного обучения.

Культуротворческая среда через интеграцию культурных и региональных особенностей родного края, в которой знания

о культурных традициях становятся доступными и значимыми для студентов, формируется за счет использования разнообразных методических приемов, позволяющих адаптировать образовательный процесс к индивидуальным особенностям каждого обучающегося. Важно учитывать уровень подготовленности, личностные предпочтения и интересы студентов, создавая условия для самостоятельного поиска и экспериментирования. В такой среде важно обращать внимание на сотрудничество обучающихся, в ходе которого они имеют возможность выражать творческие замыслы и открыто обмениваться мнениями, развивать коммуникативные навыки, сопереживание, уважение к чужому мнению и умение работать в коллективе. Культуротворческая среда реализуется в разнообразных формах: встречи с представителями культурного сообщества, участие в национальных праздниках, знакомства с произведениями искусства, литературы и фольклора, тематические экскурсии и др. Создавая культуротворческую среду, важно обращать внимание на внешнее оформление аудиторий, коридоров репродукциями картин местных художников, фотографиями локальных ландшафтов, природы, образцами традиционных народных костюмов и различных предметов быта. Это позволяет будущим учителям воспринимать культуру родного края через призму личного опыта и отношений [10].

Одним из условий реализации национально-регионального компонента является изучение и сохранение местных народных промыслов, ремесел, прикладного искусства. Включение в программу материала о декоративно-прикладном искусстве и ремеслах, характерных для конкретного региона, позволяет обучающимся глубже понять многогранность и богатство национальной культуры, развивая в них гордость и уважение к своим корням и истории родного края. Художественные традиции Карелии играют важную роль в сохранении культуры страны, напоминая о вечной ценности искусства и важности передачи наследия последующим поколениям. Включение национально-регионального компонента дает возможность использовать уникальные художественные традиции региона в процессе обучения, что позволяет студентам получить опыт соприкосновения с аутентичными произведениями искусства [11]. Это не только углубляет их художественное восприятие, но и помогает развивать чувство сопричастности к своей родной культуре. Благодаря этому студенты более осознанно воспринимают мировое наследие, понимают влияние родных традиций на общую

картину развития искусства. Национально-региональный компонент пронизывает содержание рабочих программ через призму культурного и художественного наследия, поэтому студенты – будущие учителя на занятиях изучают:

- росписи по дереву, в том числе свободно-кистевую роспись Карелии (преподаватель Ю.М. Коросова);

- традиционную вышивку, в том числе карельскую вышивку (преподаватель И.А. Власова);

- народный костюм и народные головные уборы, в том числе традиционный костюм и головные уборы Карелии (преподаватель А.В. Яковлева);

- традиционную текстильную куклу, в том числе карельские народные куклы; бисероплетение, в том числе традиционные карельские женские украшения из бисера (преподаватель Е.В. Птицына);

- историю декоративно-прикладного искусства, в том числе теорию декоративно-прикладного искусства Карелии (преподаватель Е.В. Птицына);

- деревообработку, в том числе изготовление карельских музыкальных инструментов (преподаватели А.А. Талых, А.В. Орфинский);

- керамику, в том числе керамику Карелии (преподаватель Е.Н. Тимофеева);

- творчество российских художников, в том числе художников Карелии (преподаватели О.К. Нилова, Б.О. Топурия, О.Д. Ерохина, М.В. Кошелев) и др.

Рабочие программы предметных дисциплин разрабатываются таким образом, чтобы будущие учителя могли не только изучать материал национально-региональной направленности, но и развивать интерес к культурным традициям родного края и вместе с тем изучать многообразие других культур. Универсальность и гибкость данного подхода позволяют не только углубиться в разнообразные предметные области, но и интегрировать национально-региональный компонент, обогащая образовательный процесс культурным содержанием, которое отражает многообразие народов России. Погружение в изучение природных особенностей родного края, изучение краеведения на занятиях предоставляет возможности обучающимся для создания собственных художественных работ, используя для этого местные темы, образы, природные ландшафты, достопримечательности. На кафедре регулярно организуются пленэры (преподаватели Б.О. Топурия, О.Д. Ерохина, М.В. Кошелев и др.), экспедиции (преподаватели А.В. Яковлева, Т.А. Волошина, И.А. Власова, Ю.М. Коросова и др.).

Наблюдение за реальным пейзажем помогает лучше понять принципы линейной и воздушной перспективы, научиться передавать глубину и масштаб пространства. Разнообразие природных оттенков воды, неба, леса, освещенных солнцем, дает возможность экспериментировать в работе с цветом и светом.

Проведенная работа показывает, что включение материала национально-регионального компонента в рабочие программы предметных дисциплин вуза, социально-культурные проекты и педагогические мероприятия подчеркивает необходимость сохранения и переосмысления культурного наследия в современных условиях, направленных на изучение природных, социокультурных и экономических особенностей региона [12-14]. Это является важным шагом на пути к гармоничному развитию общества, сохранению культурного многообразия нации, возвращению подрастающего поколения, понимающего значимость и ценность культурных различий разных народов России. Следовательно, представляет возможности рассмотреть и исследовать взаимосвязи между местными традициями и общенациональными тенденциями в искусстве. Неотъемлемой частью процесса обучения будущего учителя на кафедре технологии изобразительного искусства и дизайна являются: организация и проведение выставок работ студентов и преподавателей; мастер-классов и выездных мероприятий; посещение музеев и галерей, художественных мастерских и студий; встречи с художниками и мастерами прикладного искусства. Все вышеперечисленное помогает студентам – будущим учителям прикоснуться к разным видам искусства, найти новые идеи для творчества, способствует более глубокому усвоению материала, играет важную роль в стимулировании их творческой активности, повышении мотивации, развитии профессиональных компетенций. Студенты кафедры на постоянной основе посещают выставки, посвященные карельской традиционной и современной культуре, где они узнают об истории формирования народов, живущих на территории Карелии, их традиционном образе жизни, занятиях, народных праздниках и обрядах, верованиях и фольклоре; знакомятся с предметами быта, одеждой, орудиями труда, домашней утварью, произведениями традиционных промыслов Карелии.

Хотелось бы отметить важность привлечения внимания к значимости сохранения культурного наследия для побуждения студентов к самостоятельным исследованиям и практической работе через проектную де-

ятельность [15]. Студенты кафедры систематически разрабатывают и реализуют проекты, направленные на изучение культуры региона, что позволяет им применять свои знания в дальнейшей практической педагогической деятельности. При этом проектная деятельность вносит новую динамику в образовательный процесс вуза, стимулируя развитие креативности и индивидуальности будущего учителя, а также способствует более глубокому овладению краеведческим материалом на практике. Студенты создают проекты педагогической направленности, которые включают разработку и реализацию различных концепций. Каждый проект становится уникальной возможностью для студентов выразить свои идеи и испытать на практике разнообразные методы и технологии. В качестве примера приведем проекты, направленные на сохранение художественных традиций Карелии, разработанные студентами 4 курса С.А. Лоймоевой и С.В. Коверской: «Свободно-кистевая роспись Карелии» и «Ладога – моя Родина», которые были апробированы в общеобразовательных школах (Специализированная школа искусств, Лицей № 13, Лицей № 40 г. Петрозаводска и СОШ п. Ильинский Олонецкого района).

В рамках проекта «Свободно-кистевая роспись Карелии» студенты 5 курса провели цикл уроков изобразительного искусства в 5-х классах в вышеобозначенных школах. На уроках студенты познакомили школьников с историей зарождения и развития свободно-кистевой росписи Карелии, с особенностями композиции, орнамента и цветовых решений. Школьникам были продемонстрированы видеофрагменты, иллюстративный материал и примеры работ студентов, проведены интерактивные игры и викторина «Традиционная культура Карелии». На практических уроках школьники изучили технологические приемы свободно-кистевой росписи, упражнялись в росписи основных орнаментальных мотивов (роза, тюльпан, ягодка, листья). В рамках проекта «Ладога – Родина моя» на уроках изобразительного искусства школьники 5-6-х классов научились изображать карельскую природу, передавать особенности ландшафта; освоили навыки работы на открытом воздухе, рисовали с натуры на выездном пленэре. В ходе посещения библиотеки обучающиеся познакомились с различными видами флоры и фауны Карелии, делали их зарисовки, а также узнали о возможностях сохранения природы. Студенты организовали выставку «Мой край» и велопоход на Ладожское озеро, посетили национальный музей карелов-ливвиков, что вызвало силь-

ный эмоциональный отклик и вдохновение для творчества. Успешные проекты продолжают реализовываться в процессе ежегодной педагогической практики на 4 и 5 курсах, где будущие учителя продолжают работу по сохранению национальной культуры, в процессе самостоятельной практико-ориентированной педагогической деятельности, проводя уроки технологии и изобразительного искусства в общеобразовательных школах. Студенты в ходе педагогической практики создают условия для погружения школьников в мир искусства, поддержания их интереса к изучению культурного наследия страны и региона. Студенту – будущему учителю предоставляется уникальная возможность видеть себя частью культуры, осознавая свою значимость и вклад в будущее как региона, так и всей страны.

### Заключение

Выделенные педагогические условия способствуют реализации национально-регионального компонента в профессиональной подготовке будущего учителя и играют важную роль в формировании понимания культурного наследия и уважения к разнообразию традиций, в их укреплении и интеграции в мировое культурное пространство. Краеведческие, региональные составляющие при этом становятся мощным инструментом понимания роли культуры в жизни человека и общества, безграничного потенциала развития культуры своего региона и сопричастности к культурному наследию страны, помогают создавать поколение, способное не только гордиться своим наследием, но и активно участвовать в создании гармоничного мира. Проведенная опытно-экспериментальная работа позволяет будущему учителю утвердиться в том, что он должен быть не только носителем национальной культуры, но и наставником, который осознает ее важность в мировой системе и выступает посредником между различными культурами, осознавая, что интеграция регионального компонента призвана укрепить национальное самосознание в контексте интернационального образования. Таким образом, учитель играет важную роль в воспитании будущих поколений, способных к взаимодействию в глобальном сообществе. В этом и заключается важная миссия учителя как наставника и хранителя традиций.

### Список источников

1. Бордовский Г.А. Образование как образ будущего // Высшее образование сегодня. 2021. № 4. С. 2-7. URL: <https://hetoday.ru/sites/default/files/2021-10/vos-4.pdf> (дата обращения: 02.03.2025). DOI: 10.25586/RNU.HET.21.04.P.02.
2. Курбанов Д.И. Современные тенденции в подготовке педагогических кадров // Проблемы и перспективы развития спортивного образования, науки и практики. 2023. № 11. С. 106–113. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54356413> (дата обращения: 11.04.2025).
3. Самойлова Е.С. Проблема формирования этнокультурных ценностей в современной педагогической науке // Педагогическое образование в России. 2018. № 3. С. 20–25. URL: <https://pedobrazovanie.ru/images/JOURNAL/archive2018/2018-3/3.pdf> (дата обращения: 15.04.2025).
4. Гатаев А.С.-А. Формирование этнокультурного воспитания в системе высшего образования // Право и практика. 2019. № 2. С. 313-316. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38485833> (дата обращения: 15.04.2025).
5. Малыхина Н.Н., Панько Ж.Ю., Тычинин Н.В. Сохранение вековых традиций народной культуры России // Современные проблемы гуманитарных и общественных наук. 2016. Т. 9. № 1. С. 50-56. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=xwqtgx&ysclid=mao0rxgds3229937936> (дата обращения: 02.04.2025).
6. Федорова Е.Н. Профессионально-смысловая парадигма профессиональной педагогической деятельности учителя в условиях системных изменений в образовании как предмет научно-педагогического исследования // Школа будущего. 2015. № 5. С. 70-85. URL: [https://schoolfut.ru/article/2015-5\\_70/](https://schoolfut.ru/article/2015-5_70/) (дата обращения: 15.04.2025).
7. Птицына Е.В. Изучение фольклорных традиций родного края в контексте приобщения студентов к истокам национальной культуры // Художественное образование и наука, 2024. № 3 (40). С. 148-155. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=74495981> (дата обращения: 10.03.2025). DOI: 10.36871/hon.202403148.
8. Талых А.А., Лобашев В.Д. Базовые методологические подходы к процессу непрерывного этнокультурно-технологического образования // Современное технологическое образование. 2018. С. 62-74. URL: [http://atuniversities.ru/wp-content/uploads/for\\_download/Materyli-konferencii.pdf](http://atuniversities.ru/wp-content/uploads/for_download/Materyli-konferencii.pdf) (дата обращения: 10.03.2025).
9. Березина Т.И., Москаленко М.С., Федорова Е.Н. Этнокультурные составляющие профессиональной подготовки будущего учителя в образовательном процессе вуза // Современные наукоемкие технологии. 2023. № 1. С. 19-22. URL: <https://s.science-education.ru/pdf/2023/1/32396.pdf> (дата обращения: 10.04.2025). DOI: 10.17513/spno.32396.
10. Белега Л.А., Кравченко Т.Е. Традиции народного искусства в современной культуре // Вестник науки. 2023. № 11 (68). Т. 4. С. 613-620. URL: <https://www.vestnik-nauki.ru/article/11138> (дата обращения: 02.04.2025).
11. Беломоева О.Г., Кондратенко Ю.А. Этнокультурная традиция в современном мире: функциональный аспект // Финно-угорский мир. 2020. Т. 12. № 4. С. 447-456. URL: <https://sciup.org/jetnokulturnaja-tradicija-v-sovremennom-mire-funkcionalnyj-aspekt-147217995>. (дата обращения: 20.04.2025). DOI: 10.15507/2076-2577.012.2020.04.447-456.
12. Карпушина Л.П. Этнокультурный подход к подготовке студентов педагогических вузов // Фундаментальные исследования. 2011. № 12. Ч. 2. С. 302–305. URL: [https://fundamental-research.ru/article/view?id=29077&ysclid=mao04vqf57947509348&utm\\_source=yandex.ru&utm\\_medium=organic&utm\\_campaign=yandex.ru&utm\\_referrer=yandex.ru](https://fundamental-research.ru/article/view?id=29077&ysclid=mao04vqf57947509348&utm_source=yandex.ru&utm_medium=organic&utm_campaign=yandex.ru&utm_referrer=yandex.ru) (дата обращения: 10.03.2025).
13. Кузнецова Е.И. Проявление национальной идентичности на уроках технологии // Актуальные вопросы технологического и художественного образования. 2021. С. 107–111. URL: <https://elibrary.petsu.ru/book.shtml?id=53907&ysclid=mao07e0g9l40787461> (дата обращения: 20.04.2025).
14. Мурахтанова А.В., Воротилина Т.Л. Понятие традиций в социальных науках: содержание, структура, значение // Вестник НГУ. 2002. № 1. С. 53-58. URL: [http://www.unn.ru/pages/e-library/vestnik/99990195\\_West\\_pravo\\_2002\\_1\(5\)/B\\_6.pdf?ysclid=mao0w0dfot281766048](http://www.unn.ru/pages/e-library/vestnik/99990195_West_pravo_2002_1(5)/B_6.pdf?ysclid=mao0w0dfot281766048) (дата обращения: 02.04.2025).
15. Коршунова Н.М. Этнокультурные ценности и их роль в процессе этнокультурной социализации будущих учителей иностранных языков // Вестник Марийского государственного университета. 2021. Т. 15. № 2. С. 135–141. URL: <http://vestnik.marsu.ru/view/journal/article.html?id=2184> (дата обращения: 02.04.2025). DOI: 10.30914/2072-6783-2021-15-2-135-141.

УДК 378.14  
DOI 10.17513/snt.40431

## СИСТЕМА МНОГОУРОВНЕВОГО ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ВУЗА

Смоленцева Т.Е.

ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет»,  
Москва, e-mail: [smolenceva@mirea.ru](mailto:smolenceva@mirea.ru)

В статье проведен анализ теоретических и практических подходов к организации многоуровневого оценивания знаний студентов с описанием направлений оценивания: типы, виды и уровни. Актуальность направления исследования обусловлена необходимостью обеспечения прозрачной, объективной и дифференцированной системы оценивания знаний студентов, учитывающей различный уровень подготовки студентов и особенности организации учебного процесса, в случае с дисциплинами, читаемыми в потоках. Целью статьи является описание механизмов применения элементов системы многоуровневого оценивания знаний (СМОЗ) студентов с акцентом на организацию своевременной реализации обратной связи «преподаватель – студент», способствующей повышению качества усвоения знаний. Реализация заявленной цели исследования обеспечивается системой многоуровневого оценивания знаний студентов с применением элементов цифровой образовательной среды. Приводится описание взаимодействия элементов рассматриваемой системы оценивания знаний, а именно технологии непрерывной оценки остаточных знаний и элементов модифицированной архитектуры цифровой образовательной среды. Для реализации обратной связи в архитектуру интегрированы такие компоненты, как искусственный интеллект, социальные сети и виртуальный информационно-коммуникационный помощник. В заключение приводится анализ применения системы многоуровневого оценивания знаний в цифровой образовательной среде на примере потоковой дисциплины кафедры прикладной математики Российского технологического университета.

**Ключевые слова:** вуз, студенты, многоуровневое оценивание знаний, цифровая образовательная среда, дифференцированный подход, система дистанционного обучения, уровни оценивания

## A SYSTEM OF MULTI-LEVEL ASSESSMENT OF STUDENTS' KNOWLEDGE USING A DIGITAL EDUCATIONAL ENVIRONMENT

Smolentseva T.E.

MIREA – Russian Technological University, Moscow, e-mail: [smolenceva@mirea.ru](mailto:smolenceva@mirea.ru)

The article analyzes theoretical and practical approaches to the organization of a multi-level assessment of students' knowledge with a description of the assessment areas: types, types and levels. The relevance of the research area is due to the need to ensure a transparent, objective and differentiated system for assessing students' knowledge, taking into account the different levels of student training and the specifics of the educational process, in the case of subjects taught in streams. The purpose of the article is to describe the mechanisms of applying the elements of the students' multilevel knowledge assessment system with an emphasis on the organization of timely implementation of teacher–student feedback, which contributes to improving the quality of knowledge acquisition. The realization of the stated research goal is provided by a system of multi-level assessment of students' knowledge using elements of the digital educational environment. The article describes the interaction of the elements of the considered knowledge assessment system, namely, the technology of continuous assessment of residual knowledge and elements of the modified architecture of the digital educational environment. To implement feedback, components such as artificial intelligence, social networks, and a virtual information and communication assistant are integrated into the architecture. The article concludes with an analysis of the application of a multilevel knowledge assessment system in a digital educational environment using the example of a streaming discipline of the Department of Applied Mathematics at the Russian University of Technology.

**Keywords:** university, students, multilevel assessment of knowledge, digital educational environment, differentiated approach, distance learning system, assessment levels

### Введение

В настоящее время активное применение возможностей цифровой образовательной среды (ЦОС) приобретает большое практическое значение, и оценивание знаний в учебном процессе не является исключением. Многоуровневое оценивание знаний – это система оценки знаний, умений и компетенций студентов, с учетом уровней освоения материала и индивидуальных особенностей обучающихся для обеспечения

дифференцированного подхода. Многоуровневое оценивание обеспечивается полнотой, а именно типами оценивания, и системностью, то есть уровнями оценивания [1, 2]. Анализ работ И.Б. Шмигириловой, А.С. Рвановой, О.В. Григоренко, И.В. Баженовой, М.М. Клунниковой и Н.И. Пак выявил высокую значимость заявленного исследования, в свою очередь целесообразность применения ЦОС обусловлена вопросами организации учебного процес-

са на примере дисциплин, читаемых в потоках, для которых действительно значимым аспектом является систематизация и обеспечение возможности проведения многоуровневого оценивания знаний студентов по всем элементам содержания учебной дисциплины.

Остановимся на методах и уровнях оценивания знаний студентов. Направление «тип» обеспечивает полноту оценивания. На каждом этапе учебного процесса можно выделить:

- диагностическое – определение исходного уровня знаний;
- формирующее – корректировка и обратная связь;
- текущее – изменение в ходе обучения;
- суммативное – подведение итогов;
- остаточное – долговременное усвоение.

Уровни оценивания знаний характеризуют период проведения, то есть когда

выполняется. На временной шкале можно показать декомпозицию на входное, непрерывное (промежуточное), итоговое и остаточное оценивание по отношению к образовательному процессу в рамках учебной дисциплины (рис. 1).

Следует подчеркнуть, что как уровневый подход, так и типология оценивания включают элемент остаточного оценивания, поскольку оно отражает как временной аспект проведения, так и его целевое назначение.

**Целью исследования** является описание механизмов применения элементов системы многоуровневого оценивания знаний (СМОЗ) студентов с акцентом на организацию своевременной реализации обратной связи «преподаватель – студент», способствующей повышению качества усвоения знаний. Реализация заявленной цели исследования обеспечивается СМОЗ студентов в условиях ЦОС.

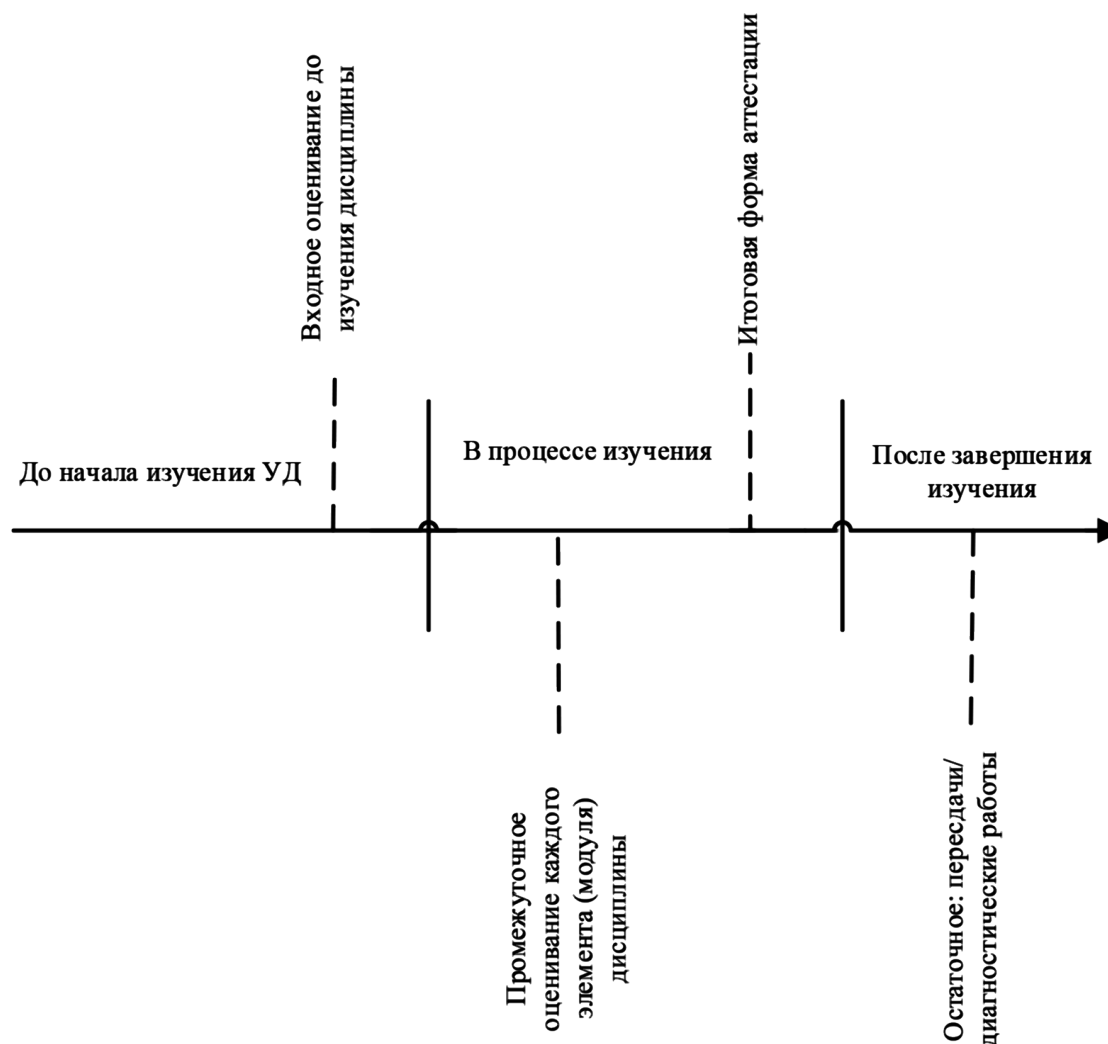


Рис. 1. Временная шкала по уровням оценивания знаний  
Источник: составлено автором

## Материалы и методы исследования

Исследование по применению СМОЗ осуществлялось на базе кафедры прикладной математики РТУ МИРЭА. Период сбора данных для анализа применения СМОЗ составил 2023–2024 учебный год с разбиением на семестры по потоковым дисциплинам. Анализ структуры и назначения СМОЗ студентов проводился с выделением дескриптивного и прескриптивного компонентов, а также с описанием предпосылок, применяемых методов и результатов (рис. 2).

При описании дескриптивной части необходимо обратить внимание, что предпосылками являлись государственные программы РФ и в настоящий момент особое внимание со стороны государства уделяет-

ся проблеме повышения качества обучения с учетом высоких темпов развития технических средств и инноваций, и, соответственно, образовательная среда должна отвечать современным требованиям и тенденциям, определяющим общее развитие всех направлений, и сфера образования не является исключением [3].

Предпосылками реализации в СМОЗ прескриптивного компонента являются результаты анализа учебного процесса на примере потоковых дисциплин, которые показали высокие трудозатраты профессорско-преподавательского состава, как при подготовке учебно-методических материалов, так и на этапах изучения учебной дисциплины в связи со значительным числом участников образовательного процесса [3].

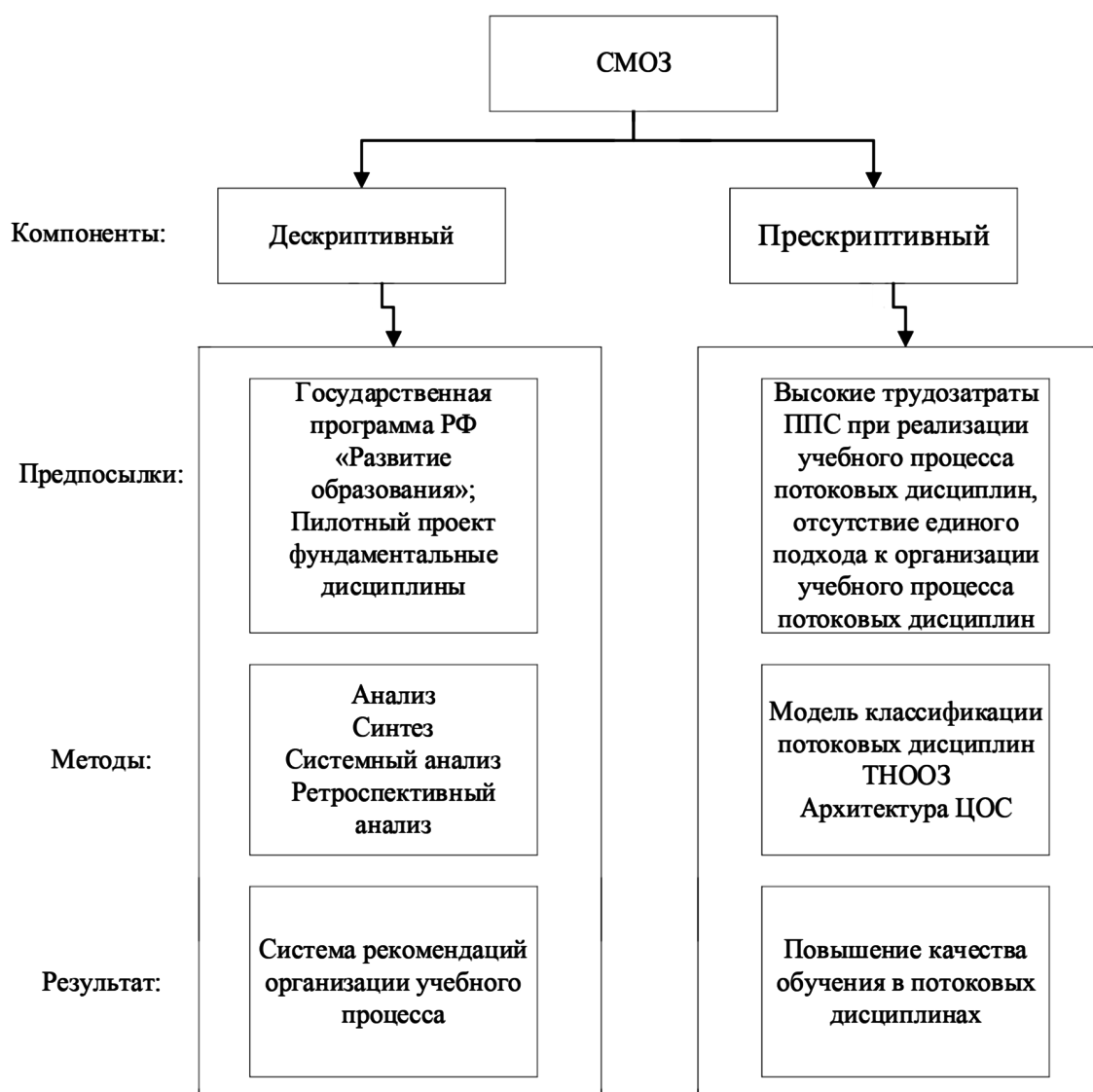


Рис. 2. Схема описания компонентов системы  
Источник: составлено автором

Таблица 1

## Элементы ТНООЗ в СМОЗ

| Наименование элемента      | Описание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Основания и характеристики | Основанием является содержание учебной дисциплины в соответствии с ФГОС и утвержденным (актуальным) учебным планом образовательной организации, а точнее структурным подразделением высшего профессионального образования                                                                                                                                                        |
| Логическая структура       | Инструменты СМОЗ – ТНООЗ, алгоритм обратной связи, ЦОС с обеспечением всех этапов учебного процесса, единый банк тестовых заданий                                                                                                                                                                                                                                                |
| Временная структура        | Распределение учебных задач по потоковым дисциплинам среди профессорско-преподавательского состава ответственным лектором и руководителем структурного подразделения. Заполнение (актуализация) единого банка тестовых заданий дисциплины. Актуализация РПД (ФОСов). Формирование отчетов по промежуточным и итоговым результатам с корректировкой изменений в процессе изучения |
| Этапы выполнения задач     | Порядок применения элементов в СМОЗ:<br>– модель классификации дисциплин: потоковые дисциплины и не относящиеся к группе потоковые; [4]<br>– система дистанционного обучения;<br>– единый банк тестовых заданий;<br>– алгоритм обратной связи;<br>– ТНООЗ;<br>– технологии искусственного интеллекта;<br>– ЦОС                                                                   |

Источник: составлено автором по данным проведенного исследования.

Описание основного инструмента в СМОЗ по реализации обратной связи «преподаватель – студент», а именно технологии непрерывной оценки остаточных знаний (ТНООЗ) представлено в виде таблицы 1.

Описанные элементы СМОЗ, в частности ТНООЗ, включают алгоритм обратной связи, являющийся ключевым в актуализации учебных материалов и выявлении затруднений у студентов по разделам учебной дисциплины.

#### Результаты исследования и их обсуждение

Функционал и этапы реализации алгоритма обратной связи в ТНООЗ представлены в работе автора [5]. Алгоритм реализации обратной связи является ключевым компонентом в ТНООЗ и предоставляет расширение возможностей (функционала) для профессорско-преподавательского состава при выполнении задачи по корректировке и актуализации материалов дисциплины. Обратная связь предназначена для направления студента к ресурсам и материалам курса, которые предоставляют дополнительную информацию в области, вызывающей затруднения, а также помогает преподавателю понять, каким вопросам из содержания учебного материала необходимо уделить больше внимания на занятии [5].

Для студентов, нуждающихся в дополнительной помощи, устанавливается пря-

мой канал связи через социальные сети или образовательные платформы. Прямой канал обратной связи не только помогает преподавателям понять проблемы студентов, но и позволяет своевременно скорректировать методы и материалы курса.

Тесты формируются на базе системы дистанционного обучения комплексной веб-платформы на примере ФГБОУ ВО РТУ МИРЭА. Необходимо обратить внимание, что во всех вузах в соответствии с положениями по реализации учебного процесса высших учебных заведений такие платформы предусмотрены и применяются. С применением ТНООЗ выполнено разделение на подзадачи, используемые в них инструменты и участие профессорско-преподавательского состава [5–7]:

- формирование оценочных (тестовых) заданий должно быть индивидуальным (выполняет преподаватель с применением искусственного интеллекта);

- выдача заданий и сбор результатов (преподаватель);

- обработка результатов и выработка дополнительных (уточняющих заданий) – применяется искусственный интеллект (выполняет профессорско-преподавательский состав с применением искусственного интеллекта).

СМОЗ рассматривается через совокупность: процесс – учебный процесс, процедура – ТНООЗ и среда – ЦОС.

| ID<br>Студента | Вопрос 1 | Вопрос 2 | Вопрос N | Время<br>на ответ<br>(В1) | Время<br>на ответ<br>(В2) | Запрос<br>обратной связи<br>(Да/Нет) |
|----------------|----------|----------|----------|---------------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| Лекция 1       |          |          |          |                           |                           |                                      |
| 011            | Верно    | Неверно  | Неверно  | 30 с                      | 45 с                      | Да                                   |
| 202            | Неверно  | Верно    | Верно    | 60 с                      | 30 с                      | Нет                                  |
| 73             | Верно    | Верно    | Верно    | 25 с                      | 25 с                      | Нет                                  |
| .....          | .....    | .....    | .....    | .....                     | .....                     | .....                                |
| Лекция 2       |          |          |          |                           |                           |                                      |
| 113            | Неверно  | Неверно  | Верно    | 25 с                      | 35 с                      | Да                                   |
| 202            | Неверно  | Верно    | Верно    | 45 с                      | 55 с                      | Нет                                  |
| 85             | Верно    | Верно    | Неверно  | 20 с                      | 35 с                      | Нет                                  |
| .....          | .....    | .....    | .....    | .....                     | .....                     | .....                                |

```
graph TD; A[Система дистанционного обучения] -- "Результаты тестирования" --> B[База данных]; C[Экзаменационные ведомости] -- "Результаты экзаменов" --> B; B -- "Банк ответов" --> D[/Анализ результатов/]; E[Искусственный интеллект] --> D; D -- "Результат анализа" --> F[/Формирование персонализированного сообщения/]; E --> F; F -- "Персонализированное сообщение" --> G[Социальная сеть]; F --> H[Виртуально-информационно коммуникационный ассистент]; G --> I[/Рассылка студентам/]; H --> I; I -- "Обратная связь" --> D; I -- "Обратная связь" --> B;
```

The flowchart illustrates the process of forming a personalized message for students. It begins with the 'Система дистанционного обучения' (Distance Learning System) providing 'Результаты тестирования' (Testing Results) to the 'База данных' (Database). 'Экзаменационные ведомости' (Exam Records) also provide 'Результаты экзаменов' (Exam Results) to the 'База данных'. The 'База данных' then provides a 'Банк ответов' (Answer Bank) to the 'Анализ результатов' (Result Analysis) process. 'Искусственный интеллект' (Artificial Intelligence) also feeds into the 'Анализ результатов' process. The 'Анализ результатов' process outputs a 'Результат анализа' (Analysis Result) to the 'Формирование персонализированного сообщения' (Forming a personalized message) process. 'Искусственный интеллект' also directly feeds into the 'Формирование персонализированного сообщения' process. The 'Формирование персонализированного сообщения' process outputs a 'Персонализированное сообщение' (Personalized message) to both the 'Социальная сеть' (Social network) and the 'Виртуально-информационно коммуникационный ассистент' (Virtual-information communication assistant). Both the 'Социальная сеть' and the 'Виртуально-информационно коммуникационный ассистент' feed into the 'Рассылка студентам' (Sending to students) process. Finally, 'Обратная связь' (Feedback) is received from both the 'Социальная сеть' and the 'Виртуально-информационно коммуникационный ассистент' and is fed back into the 'Анализ результатов' process and the 'База данных'.

Таблица 3

Распределение баллов по типам и уровням оценивания

| Наименование                            | Максимальная оценка                                                                   |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Практическая работа 1 и 2               | 5 баллов (тип – 1: диагностическое, 2: текущее, уровень – 1: входное, 2: непрерывное) |
| Практическая работа 3 и 4               | 5 баллов (тип – 3: текущее, 4: формирующее, уровень – непрерывное)                    |
| Практическая работа 5 и 6               | 5 баллов (тип – формирующее, уровень – непрерывное)                                   |
| Практическая работа 7 и 8               | 5 баллов (тип – 7: суммативное, 8: остаточное, уровень – 7: итоговое, 8: остаточное)  |
| Лекция 1                                | 5 баллов (тип – диагностическое, уровень – входное)                                   |
| Лекция 2 и 3                            | 5 баллов (тип – 2: текущее, 3: формирующее, уровень – непрерывное оценивание)         |
| Лекция 4 и 5                            | 5 баллов (тип – формирующее, уровень – непрерывное с элементами остаточного)          |
| Лекция 6 и 7                            | 5 баллов (тип – формирующее, уровень – непрерывное)                                   |
| Лекция 8                                | 5 баллов (тип – суммативное, уровень – итоговое)                                      |
| Итоговая форма контроля (зачет/экзамен) | 20 баллов (тип – остаточное, уровень – остаточное)                                    |

Источник: составлено автором по данным проведенного исследования.

| Входной тест | Σ Итого в категории «Дополнительные баллы» | Практические задания 1 и 2 | Практические задания 3 и 4 | Контрольный тест 1 | Контрольный тест 2 |
|--------------|--------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------|--------------------|
| 2,2          | 2,2                                        | 9,0                        | -                          | 9,4                | -                  |
| 2,0          | 2,0                                        | 8,0                        | -                          | 8,5                | -                  |
| 1,7          | 1,7                                        | 10,0                       | -                          | 9,2                | -                  |

Рис. 4. Фрагмент выгрузки результатов из системы дистанционного обучения  
Источник: составлено автором

Рассмотрим пример таблицы с данными, собранными с применением ТНООЗ из системы дистанционного обучения (табл. 2).

Как показано в примере из таблицы, преподаватель может осуществить выгрузку данных из системы дистанционного обучения для анализа результатов, включая информацию о том, по каким разделам дисциплины возникали затруднения, а также среднее время выполнения заданий [8]. Как преподаватель, так и студент видят результаты прохождения каждого элемента курса, то есть при завершении элемента оценивания преподаватель может провести анализ вопросов по разделам текущего занятия и выявить, какие вопросы вызвали затруднения в целом у потока с целью по-

вторного объяснения материала на следующем занятии, что обеспечит своевременное изучение материала и возможность студентам повторить материал не после завершения курса, а в процессе его изучения. Необходимо обратить внимание, что пример выгрузки фрагмента результатов представлен для типа оценивания – формирующий, уровня – непрерывное (промежуточное), но в направлении реализации СМОЗ в ЦОС на базе системы дистанционного обучения присутствуют результаты и этапы реализации каждого типа и уровня оценивания знаний студентов [9, 10].

В свою очередь, ЦОС рассматривается как связующий компонент, основная цель которого – объединить все элементы СМОЗ

в едином пространстве [3]. Участниками ЦОС, как и в СМОЗ, являются студенты, преподаватели и руководство образовательных учреждений. Модифицированная архитектура ЦОС с реализацией обратной связи приведена на рис. 3.

К элементам модифицированной архитектуры для реализации процедуры СМОЗ относятся: искусственный интеллект, виртуальный информационно-коммуникационный ассистент (ВИКА), социальная сеть. Указанные элементы необходимы для реализации своевременной обратной связи в процедуре СМОЗ [11, 12].

Проанализируем результаты применения СМОЗ на примере дисциплины «Системы искусственного интеллекта и большие данные» (СИИБД) с описанием балльно-рейтинговой системы [13], включающей типы и уровни оценивания (табл. 3).

В таблице приведен пример видов учебной деятельности с указанием типов и уровней оценивания по дисциплине СИИБД, но возможно и иное распределение с учетом промежуточных работ, а именно защита проектов на практических занятиях или промежуточный контроль по теоретическому материалу в середине семестра или при завершении изучения. Необходимо учитывать и вид оценивания с учетом научно-отраслевой принадлежности, рассмотренный пример дисциплины относится к технической, и тестирование вполне применимо по виду оценивания: письменный – цифровой – тестирование, в случае гуманитарной или социально-экономической отрасли в ЦОС также реализована возможность обратной связи с учетом типов и уровней оценивания, отличием, точнее дополнением является вид оценивания: устный (защита доклада, отчета о проделанной работе, то есть результаты в СМОЗ также заносятся в рабочую область системы дистанционного обучения), письменный (контрольные работы, эссе с автоматизированной проверкой с применением технологий искусственного интеллекта). Примеры реализации проверки ответов в свободной форме рассматривались в других работах автора, такая проверка позволяет осуществлять компетентностный подход не только в части «знать», но «уметь» и «владеть» [14]. Фрагмент выгрузки результатов оценивания знаний студентам по элементам учебного курса дисциплины СИИБД приведен на рис. 4.

На основании полученных результатов выполнения элементов учебного курса преподаватель может провести анализ как по группе, так и по потоку или отдельному студенту с реализацией повторного

объяснения практических заданий или вопросов из лекции, выявить в целом сложные для понимания разделы с возможностью корректировки материала и, как следствие, в рамках СМОЗ осуществить своевременную обратную связь «студент – преподаватель» с помощью инструмента ТНООЗ с предоставлением дополнительных материалов с использованием модифицированной архитектуры ЦОС [15].

### Заключение

В статье приведено описание компонентов системы, а именно: дескриптивный и прескриптивный с дифференцированным подходом. В реализации индивидуального подхода за счет применения элемента СМОЗ – алгоритма обратной связи и уровней оценивания элементом реализации в СМОЗ выступает ТНООЗ, являясь одновременно компонентом ЦОС. Представленный фрагмент результатов применения СМОЗ лишь частично показывает возможности СМОЗ и модифицированной архитектуры ЦОС, к значимым результатам можно отнести проведение многоуровневого оценивания, учитывающего индивидуальные особенности и уровни усвоения знаний студентом с полноценной проверкой формирования компетентностного подхода в части: знать, уметь и владеть. Предложенные инструменты СМОЗ корректно и в полной мере реализуются для дисциплин, читаемых в потоках, что положительно влияет на организацию учебного процесса с возможностью корректировки учебного курса, реализации обратной связи.

### Список литературы

1. Шмигирилова И.Б., Рванова А.С., Григоренко О.В. Оценивание в образовании: современные тенденции, проблемы и противоречия (обзор научных публикаций) // Образование и наука. 2021. Т. 23. № 6. С. 43–83. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenivanie-v-obrazovanii-sovremennye-tendentsii-problemy-i-protivorechiya-obzor-nauchnykh-publikatsiy> (дата обращения: 02.04.2025). DOI: 10.17853/1994-5639-2021-6-43-83.
2. Баженова И.В., Клунникова М.М., Пак Н.И. Интеллектуальная модель оценки уровня расчетно-алгоритмического компонента вычислительного мышления обучающихся // Информатика и образование. 2022. Т. 37. № 4. С. 71–79. URL: <https://info.infojournal.ru/jour/article/view/862> (дата обращения: 02.04.2025). DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-4-71-79.
3. Смоленцева Т.Е. Методология непрерывной оценки остаточных знаний обучающихся на примере потоковых дисциплин // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия «Гуманитарные науки». 2025. № 3 (3). С. 125–134. URL: <http://www.nauteh-journal.ru/index.php/2/2025/№03/3/97a6a577-ad64-437f-93c7-f4997ca04625> (дата обращения: 05.06.2025). DOI: 10.37882/2223-2982.2025.3-3.30.
4. Смоленцева Т.Е. Алгоритм модели классификации дисциплин для разработки рекомендаций по оценке остаточных знаний // Современные проблемы науки и образования. 2025. № 2. URL: <https://science-education>.

ru/ru/article/view?id=33972 (дата обращения: 24.04.2025). DOI: 10.17513/spno.33972.

5. Смоленцева Т.Е. Технология непрерывной оценки остаточных знаний на примере потоковых дисциплин высших учебных заведений // Современные наукоемкие технологии. 2025. № 1. С. 158–165. URL: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=40292> (дата обращения: 24.04.2025). DOI: 10.17513/snt.40292.

6. Ершиков С.М., Иванова И.В. Мониторинг уровня остаточных знаний студентов медицинского университета // Ярославский педагогический вестник. 2017. № 5. С. 139–144. URL: [https://vestnik.yspu.org/releases/2017\\_5/28.pdf](https://vestnik.yspu.org/releases/2017_5/28.pdf) (дата обращения: 11.03.2025).

7. Нечай Е.Е., Синенко А.А. Коммуникация студентов и преподавателей в виртуальном пространстве: вопросы приоритетов // Общество: социология, психология, педагогика. 2022. № 12. С. 299–303. URL: <https://sciup.org/society-spp/2022-12> (дата обращения: 14.03.2025). DOI: 10.24158/spp.2022.12.46.

8. Максимов Н.В., Лебедев А.А. Онтологическая система «знания – деятельность» // Онтология проектирования. 2021. Т. 11. № 2. С. 185–211. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ontologicheskaya-sistema-znaniya-deyatelnost> (дата обращения: 24.05.2025). DOI: 10.18287/2223-9537-2021-11-2-185-211.

9. Яновская О.А., Кыдырмина Н.А. Архитектура цифровых технологий в образовании // Education. Quality Assurance. 2021. № 4 (25). С. 33–39. URL: <https://iaar-education.kz/files/journals/be3170547b277ad961e7a87c6d5e40c5.pdf> (дата обращения: 14.03.2025).

10. Анишкин В.Н., Анишкин С.В., Богословский В.И., Добудько Т.В. Проектирование электронной информационно-образовательной среды педагогического вуза на основе информационно-деятельностного подхода // Jurnalul Umanitar Modern. 2021. Т. 4. № 2 (8). С. 5–9. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/proektirovanie-holistichnoy-obrazovatelnoy-sredy-kak-informatsionnoy-infrastruktury-ped>

agogicheskogo-universiteta (дата обращения: 24.04.2025). DOI: 10.46591/MHJM.2021.0402.0001.

11. Шматко А.Д., Чабаненко А.В., Степашкина А.С. Внедрение аддитивных технологий и технологий искусственного интеллекта в образовательный процесс // Актуальные проблемы труда и развития человеческого потенциала: вузовско-академический сборник научных трудов. 2021. № 4 (21). С. 15–24. URL: <http://www.iresras.ru/uploads/2022/Sborniki/Sigovskiy%20сборник%202021%20год.pdf> (дата обращения: 11.04.2025).

12. Buinevich M., Shkerin A., Smolentseva T., Puchkova M. On the Implementation of Residual Knowledge Continuous Assessment Technology in an Educational Organization Using Artificial Intelligence Tools // 2024 4th International Conference on Technology Enhanced Learning in Higher Education (TELE). IEEE, 2024. P. 111–114. DOI: 10.1109/TELE62556.2024.10605664.

13. Борщенко Г.М. Накопительная балльно-рейтинговая система как фактор, сопровождающий учебный процесс // Педагогический ИМИДЖ. 2022. Т. 16. № 3 (56). С. 317–335. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nakopitelnaya-ballno-reytingovaya-sistema-kak-faktor-soprovozhdayushchiy-uchebnyy-protsess> (дата обращения: 05.04.2025). DOI: 10.32343/2409-5052-2022-16-3-317-335.

14. Давлатзода С.Х. Цифровизация университета как средство интеграции в мировое образовательное пространство // Education. Quality Assurance. 2022. № 3 (28). С. 27–30. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49748218> (дата обращения: 24.05.2025). DOI: 10.58319/26170493\_2022\_3\_27.

15. Тихоновецкая И.П. Искусственный интеллект в образовании: вызовы и риски // Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании: материалы VIII Международной научной конференции. В 4-х ч. (Красноярск, 24–27 сентября 2024 г.). Красноярск: Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева, 2024. С. 302–306. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=72955971> (дата обращения: 11.03.2025).

УДК 378.1:004.8  
DOI 10.17513/snt.40432

## **ВНЕДРЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ: ГОТОВНОСТЬ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ И СТУДЕНТОВ-МЕДИКОВ К ПРИМЕНЕНИЮ НОВЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**Хабарова Т.С., Коровина И.А., Заболотная С.Г., Костомарова Е.В.**

*ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет»*

*Министерства здравоохранения Российской Федерации, Оренбург,*

*e-mail: vita\_2@mail.ru*

Развитие современных образовательных технологий и появление искусственного интеллекта, который генерирует самые различные данные, открывают новые перспективы во всех областях знаний. Это приводит к изменениям подходов, методик, приемов и средств обучения высшего профессионального образования. В данном исследовании авторы ставят целью определить готовность преподавателей и студентов медицинского вуза использовать в работе материалы, сгенерированные искусственным интеллектом, а также выявить сомнения и перспективы внедрения инструментов современных технологий в образовательный процесс. Материалом для исследования послужили собственные статистические данные авторов, собранные в результате общения с преподавателями в рамках конференций (Оренбург, 2025) и опроса в Яндекс Формах 208 студентов первого курса. Выбранные авторами теоретический и эмпирический методы позволяют рассмотреть объект исследования с ценностной точки зрения, так как в медицинской профессии очень важно личностное взаимодействие врача и пациента. В то же время для достойного поддержания здоровья и охраны жизни населения профессиональные компетенции специалистов здравоохранения всех уровней должны быть подкреплены свободным владением цифровыми и информационными ресурсами работы. Инновационные технологии помогают создавать эффективные образовательные программы, обрабатывать большой объем информации и персонализировать учебный материал. Появляются новые педагогические подходы и стратегии получения знаний, умений и навыков. Только при грамотно выстроенном взаимодействии преподаватель – студент технологии, основанные на искусственном интеллекте, будут работать на цели образования, приводить к повышению академической успеваемости и становлению высокопрофессионального специалиста.

**Ключевые слова:** информационные технологии, цифровизация образования, искусственный интеллект

## **INTRODUCTION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN HIGHER EDUCATION: READINESS OF LECTURERS AND MEDICAL STUDENTS TO APPLY NEW CAPABILITIES OF MODERN TECHNOLOGIES**

**Khabarova T.S., Korovina I.A., Zabolotnaya S.G., Kostomarova E.V.**

*Orenburg State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation,*

*Orenburg, e-mail: vita\_2@mail.ru*

The development of modern educational technologies and the emergence of artificial intelligence, which generates a wide variety of data, open up new perspectives in all fields of knowledge. This leads to changes in approaches, methods, techniques and means of teaching of higher professional education. In this study, the authors aim to determine the readiness of lecturers and students of medical university to use materials generated by artificial intelligence in their work, as well as to identify doubts and prospects for the introduction of modern technology tools into the educational process. The material for the study was the authors' own statistical data, collected as a result of communication with teachers at conferences (Orenburg, 2025) and a survey in the Yandex form of 208 first-year students. The theoretical and empirical methods chosen by the authors allow us to consider the object of research from a value point of view, since personal interaction between a doctor and a patient is very important in the medical profession. At the same time, in order to adequately maintain the health and life of the population, the professional competencies of healthcare professionals at all levels must be supported by the fluency of digital and information resources of work. Innovative technologies help to create effective educational programs, process a large amount of information and personalize educational material. New pedagogical approaches and strategies for acquiring knowledge, skills and abilities are emerging. Only with well-structured lecturer-student interaction, technologies based on artificial intelligence will work for educational purposes, lead to improved academic performance and the formation of a highly professional specialist.

**Keywords:** information technologies, digitalization of education, artificial intelligence

### **Введение**

Высшее образование всегда развивается в контексте стратегических приоритетов Российской Федерации, запросов рынка

труда, влияния социально-психологических направлений, но актуальнее всего становится влияние технологического прогресса. Стратегические приоритеты Российской

Федерации в сфере образования отражены в ряде нормативно-правовых документов:

– указ Президента РФ от 02.07.2021 г. № 400 «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации»;

– указ Президента Российской Федерации от 07.05.2024 г. № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года»;

– государственные программы «Развитие образования», «Развитие здравоохранения» [1].

Система образования должна быть гибкой, открытой к изменениям и использовать возможности инновационных технологий, так как они создают условия для эффективного обучения. Все вузы России, медицинские в том числе, нацелены на внедрение в обучение интерактивных, телекоммуникационных и цифровых технологий, которые позволяют расширить рамки образовательного процесса, повышая уровень академического и профессионального взаимодействия [2]. На первый план выходят технологии искусственного интеллекта (ИИ). П.В. Сысоев, по мнению авторов, дает в своих научных исследованиях полное и понятное определение данному инструменту. Искусственный интеллект в образовании – это ряд современных технологий, позволяющих воспроизводить речемыслительную деятельность человека для решения коммуникативных, учебных, научных и профессиональных задач, проводить автоматизированный контроль, выполнять и структурировать аналитику данных и давать быструю обратную связь [3, 4]. Очевидно, что процесс интеграции ИИ в образование необратим, а значит, задача администрации и профессорско-преподавательского состава вузов – адаптировать к ним свою методику, найти новые формы презентации материала, научиться направлять и контролировать работу студентов [5]. Актуализация знаний преподавателей в сфере информационных технологий и регулярное повышение квалификации в этой области является важным условием поддержания достойного уровня высшего образования. За 2024 г. преподаватели самых разных вузов России получили гранты на повышение квалификации по технологиям искусственного интеллекта. Некоторые вузы страны, такие как, например, национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», уже приступили к обучению преподавателей и административно-управленческого персонала применению инструментов искусственного интеллекта с целью контроля студентов, которые используют ИИ на этапе

защиты дипломных работ. Проводится конкурс ИИ-решений студенческих выпускных работ, запущен чат-бот для абитуриентов на сайте и в Телеграм-канале YandexGPT.

**Цель исследования** – определить готовность преподавателей и студентов медицинского вуза использовать в работе материалы, сгенерированные искусственным интеллектом, а также выявить сомнения и перспективы внедрения инструментов технологий ИИ в образовательный процесс.

### **Материалы и методы исследования**

Исследование данной темы проводилось с использованием теоретического метода (анализ федеральных государственных проектов и указов президента Российской Федерации), эмпирического (изучение опыта преподавателей вузов России по использованию искусственного интеллекта и внедрению информационно-образовательных технологий в обучение), статистического (обработка статистических данных общедоступных сайтов и платформ). Материалом для исследования послужили результаты собственных статистических данных, собранных в результате общения с коллегами в рамках VII Всероссийской научно-педагогической конференции с международным участием «Медицинское образование. Пути повышения качества» (Оренбург, март 2025 г.), а также данные опроса в Яндекс Формам студентов первого курса, обучающихся по специальностям «Лечебное дело», «Педиатрия», «Стоматология» (208 респондентов), и бесед, проводимых в рамках IX Международного молодежного научно-практического форума «Медицина будущего: от разработки до внедрения» (Оренбург, апрель 2025 г.).

### **Результаты исследования и их обсуждение**

Искусственный интеллект стремительно развивается, и правительство РФ уже приступило к разработке обучающих модулей на всех уровнях образования в рамках федерального проекта «Искусственный интеллект», включая учебные программы среднего, высшего и дополнительного образования. Работа осуществляется по следующим направлениям деятельности: формирование и актуализация прогноза кадровой потребности по узкоспециализированным направлениям развития ИИ; разработка учебных программ по профилю «Искусственный интеллект»; повышение квалификации педагогических работников вузов; разработка модели компетенций в сфере ИИ.

Очевидно, что появляются новые педагогические подходы и стратегии получения

знаний, умений и навыков. Ученые уже ввели специальный термин «сингулярность ИИ» – процесс, при котором технологии, автоматизация и цифровая трансформация превзойдут когнитивные способности человека и появится усовершенствованный уровень интеллекта. Сингулярность ИИ, несомненно, окажет влияние на политические, социальные, экономические и, в большей степени, этические аспекты жизни людей. В настоящее время выбор университета абитуриентами осуществляется с учетом современного наполнения учебных планов, уровня квалификации преподавателей и технического оснащения учебного заведения. В России уже активно развивается сеть университетов, предоставляющих модернизированные программы по обучению технологиям искусственного интеллекта. Статистика проникновения искусственного интеллекта в российское образование выглядит следующим образом: 60 % студентов используют ИИ для внеаудиторной работы; 40 % преподавателей признают, что генерируют рабочий материал по преподаваемым дисциплинам с помощью GPT-Chat; 35 % студентов считают, что многие навыки, которым обучают в настоящее время в университете, в скором времени будут заменены ИИ. Фокус деятельности преподавателей переходит на менторскую поддержку; организацию проектных и дискуссионных работ студентов с использованием чатов GPT и искусственного интеллекта; интегрирование в образовательные программы специальных модулей по работе с GPT-инструментами.

Качественное медицинское образование – это не только подготовка высококвалифицированных кадров, призванных обеспечить сохранность жизни и укрепить здоровье граждан страны, но и гарантия развития не менее важных сфер общественной жизни:

- социальной (повышение рождаемости, снижение смертности, формирование у населения представлений о здоровом образе жизни, реализация гарантий в здравоохранении, поддержание положительной санитарно-эпидемиологической обстановки);
- государственной и общественной безопасности (защита от распространения опасных инфекционных заболеваний);
- экономической (производство отечественных вакцин и лекарственных препаратов);
- научной (обновление научно-методической базы вузов, создание единой системы управления научной медицинской деятельности, совершенствование системы фундаментальных научных исследований);

– духовной (развитие системы образования как основы формирования традиционных духовно-нравственных ценностей);

- научно-технологической (развитие медицинских технологий, создание новых медицинских аппаратов, обновление методик и технологий профессионального образования) [6, с. 30–31].

Профессиональные компетенции специалистов здравоохранения всех уровней должны быть подкреплены высоким уровнем владения цифровыми и информационными ресурсами работы [7]. Технологизация и последующая автоматизация деятельности врача также возможна при условии свободного пользования различными информационно-цифровыми ресурсами, платформами и серверами (группы профессиональных сообществ, страницы официальных сайтов учреждений и представительств, ChatGPT, серверы искусственного интеллекта и т.д.) [8]. Высшее медицинское образование готовит специалистов к практической деятельности с успешной профессиональной реализацией [9]. Наряду с дисциплинами клинических кафедр особую роль приобретают такие дисциплины, как иностранный язык, информатика, социология, психология. Они отвечают за «гибкость» знаний и навыков, расширяют коммуникативные способности, обеспечивают информационно-цифровую грамотность. Генеративные технологии помогают создавать образовательные программы, обрабатывать большой объем информации и переадресовать рутинные задачи искусственному интеллекту, делать верные выводы, персонализировать учебный материал, осуществлять творческое проектирование [10]. Так, например, WriteSonic – один из ведущих сервисов для автоматизированного создания учебно-методического и контрольно-измерительного материала, написания текстов для презентации. Топ-нейросетей для создания презентаций: Gamma.app/ru, presentsimple.ai, magicslides.app, presentations.ai и многие другие [11]. Известны платформы искусственного интеллекта для получения данных обезличенного разговора между пациентами и врачом (Telegram: @Clinical\_Mindset\_bot); для терапии отношений и эмоциональной поддержки (Mindset AI); для расшифровки анализов и рекомендаций (Healthcare-assistance-bot). Данные чат-боты применяются для персонализированного обучения студентов-медиков в области развития клинического мышления, быстрого сбора анамнеза, постановки правильного диагноза. Эти технологии создают открытую, разнообразную, высокоинформационную среду обучения, способствуют вовлеченности, обеспечи-

вают более эффективное восприятие и понимание, повышают доступность и наглядность обучения [12; 13]. Говоря о внедрении искусственного интеллекта в высшее образование, необходимо обозначить также сомнения и риски, возникающие на практике: злоупотребление нейросетями и потеря контроля границ между самостоятельным вкладом студентов и работой ИИ; валидация контента; безопасность данных; распространение плагиата и понимание этого вопроса обучающимися; учебное взаимодействие преподавателей и студентов с инструментами искусственного интеллекта; этика искусственного интеллекта [14; 15].

Основываясь на указанных сомнениях и рисках, можно сформулировать ряд первоочередных мер и принципов, которыми необходимо руководствоваться: разработка обучающих курсов и программ для формирования ИИ-грамотности студентов и преподавателей; создание технических возможностей для эффективного и целесообразного пользования различными ИИ-инструментами; адаптация практики преподавания и оценивания результатов студентов для этичного использования генеративного ИИ в учебном процессе; обеспечение равного доступа к ИИ-технологиям всех участников образования [16].

По результатам опроса студентов было выявлено, что чаще всего они используют возможности искусственного интеллекта при выполнении домашнего задания на следующих дисциплинах: история, философия, история медицины, биология. Также многие указали, что обращаются к помощи нейросети при подготовке к биостатистике и биохимии. Реже ответы указывали на такие дисциплины, как гистология, анатомия, иностранный и латинский языки, нормальная физиология, молекулярная биология. На вопрос «В какой работе Вы используете искусственный интеллект?» респонденты ответили: при подготовке устного ответа и выступления на конференции (49%); при создании презентации (31%); при выполнении практических заданий (20%). Для исследования было важно установить, что вызывает наибольшие трудности при изучении латинского языка и как часто студенты применяют инструменты ИИ. 45% студентов испытывают сложности с запоминанием большого количества медицинских терминов на латинском языке, 32% имеют затруднения при изучении грамматических правил, сложность теоретического материала отметили 14%, чувствуют неуверенность при произношении латинских медицинских терминов 9%. Чаще всего студенты обращаются к серви-

сам искусственного интеллекта при переводе и анализе клинической терминологии (26%), 14% работали с данными ресурсами при построении и анализе анатомо-гистологических терминов, 12% – при написании рецептов. Интересно, что 48% опрошенных вообще не использовали искусственный интеллект на занятиях по латинскому языку, а при изучении иностранного языка этот показатель равен 50%. На вопрос «В каком из видов речевой деятельности Вы использовали возможности ИИ на занятиях по иностранному языку?» оставшиеся 50% респондентов распределились следующим образом: письмо (26%), чтение (10%), аудирование (8%), говорение (6%). Ответы на вопрос «Считаете ли Вы, что преподаватели должны применять ИИ в своей работе при подготовке материала к занятиям?» показали, что внедрение новых методов работы с современным поколением студентов необходимо и неизбежно. Так, 94% респондентов отметили, что процесс обучения станет более интересным, а запоминание нового материала более эффективным, 6% уверены, что для получения качественного медицинского образования достаточно только традиционных форм работы. Около половины студентов, 46%, считают, что использование искусственного интеллекта облегчит изучение латинского и иностранного языков, но снизится качество знаний. Не сомневаются, что для будущего профессионального становления и свободной коммуникации язык можно только выучить, 40% студентов. А 14% считают, что всю необходимую информацию на иностранном языке в скором времени можно будет получать при помощи инструментов ИИ.

### Заключение

Исследование показало, что внедрение искусственного интеллекта в образование находится на начальном этапе. Но возраст студентов относится к прогрессивному и быстро адаптирующемуся ко всем новым веяниям и технологическому прогрессу, а следовательно, временной период от понятия «исследователь ИИ» до понятия «прогрессивный пользователь ИИ» будет незначительным. Новые информационные технологии, которые предоставляют быструю обратную связь и структурированные рекомендации, позволяют персонализировать учебный процесс, что особенно важно для повышения качества подготовки будущих врачей. Перед преподавателями высшей школы стоит задача интенсивного изучения и внедрения инструментов искусственного интеллекта в обучение таким образом, чтобы это был осознанный, целе-

направленный и контролируемый процесс, чтобы студенты не могли использовать искусственный интеллект для получения однозначных готовых ответов, снижая уровень самостоятельности и теряя навыки анализа. Практические задания требуют тщательной проработки, чтобы обучающиеся обсуждали опыт использования GPTChat и проводили рефлексию своей работы, творчески подходили к решению учебных и в будущем профессиональных задач, делились трудностями и анализировали полученные результаты. Только в этом случае, по мнению авторов, возможности инновационных технологий, основанных на искусственном интеллекте, будут работать на цели образования и приводить к повышению академической успеваемости.

### Список литературы

1. Портал Официального опубликования правовых актов. [Электронный ресурс]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/view/0001202107030001> (дата обращения: 11.05.25).
2. Хабарова Т.С., Коровина И.А., Заболотная С.Г. Цифровые образовательные технологии в терминологической подготовке будущего специалиста здравоохранения // Современные проблемы науки и образования. 2023. № 1. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=32411> (дата обращения: 21.05.2025). DOI: 10.17513/spno.32411.
3. Сысоев П.В. Искусственный интеллект в образовании: осведомленность, готовность и практика применения преподавателями высшей школы технологий искусственного интеллекта в профессиональной деятельности // Высшее образование в России. 2023. Т. 32. № 10. С. 9–33. DOI: 10.31992/0869-3617-2023-32-10-9-33.
4. Сысоев П.В., Филатов Е.М. Методика развития иноязычных речевых умений студентов на основе практики с чат-ботом // Перспективы науки и образования. 2023. № 3 (63). С. 201–218. DOI: 10.32744/pse.2023.3.13.
5. Букакин М.В. Научно-методическое сопровождение как эффективный инструмент повышения ИКТ-компетентности педагогических работников // Современные проблемы науки и образования. 2023. № 4. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=32847> (дата обращения: 21.05.2025). DOI: 10.17513/spno.32847.
6. Мирошниченко А.Г., Смышляева Л.Г., Сошенко И.И., Подкладова Т.Д. Высшее медицинское образование в России и за рубежом: тенденции изменений действующих национальных моделей: аналитический доклад. Томск: Издательство СибГМУ, 2022. 111 с. ISBN-978-5-98591-166-4.
7. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования. [Электронный ресурс]. URL: <https://fgos.ru/fgos/fgos-31-05-01-lechebnoe-delo-988> (дата обращения: 30.04.2025).
8. Козельская О.В. Использование мобильных приложений и специализированных сайтов в изучении иностранного языка будущим врачом // International Journal of Humanities and Natural Sciences. 2021. Vol. 1–4 (52). С. 56–59. DOI: 10.24411/2500-1000-2021-1012.
9. Бугаева И.О., Клоктунова Н.А., Барсукова М.И., Ремпель Е.А., Кузьмин А.М. Современная система медицинского образования: тенденции развития и перспективы успеха // Современные проблемы науки и образования. 2024. № 1. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=33260> (дата обращения: 21.05.2025). DOI: 10.17513/spno.33260.
10. Ивахненко Е.Н., Никольский В.С. ChatGPT в высшем образовании и науке: угрозы или ценный ресурс? // Высшее образование в России. 2023. Т. 32. № 4. С. 9–22. DOI: 10.31992/0869-3617-2023-32-4-9-22.
11. Авраменко А.П., Ахмедова А.С., Буланова Е.Р. Технология чат-ботов как средства формирования иноязычной грамматической компетенции при самостоятельном обучении // Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки. 2023. Т. 28. № 2. С. 386–394. DOI: 10.20310/1810-0201-2023-28-2-386-394.
12. Du Boulay B. Artificial intelligence as an effective classroom assistant // IEEE Intelligent Systems. 2016. Vol. 31, Iss. 6. P. 76–81. DOI: 10.1109/MIS.2016.93.
13. Kim H.S., Cha Y., Kim N.Y. Effects of AI chatbots on EFL students' communication skills // Korean Journal of English Language and Linguistics. 2021. Vol. 21. P. 712–734. DOI: 10.15738/kjell.21.202108.712.
14. Итинсон К.С. Информатизация медицинского образования: системы искусственного интеллекта в обучении студентов и врачей // Балтийский гуманитарный журнал. 2020. Т. 9. № 3 (32). С. 91–93. DOI: 10.26140/bgjz-2020-0903-0021.
15. Котлярова В.В., Бабаева А.М., Шемякина М.А. Искусственный интеллект: философские и аксиологические аспекты проблемы // Научный альманах. 2015. № 12–3 (14). С. 187–191. DOI: 10.17117/na.2015.12.03.187.
16. Галустян О.В., Колбая И.Г., Бороздин С.А. Применение цифровых технологий в образовательном процессе высшей школы // Известия Воронежского государственного педагогического университета. 2021. № 1 (290). С. 81–84. DOI: 10.47438/2309-7078\_2021\_1\_81.

## НАУЧНЫЙ ОБЗОР

УДК 376.1:371.7

DOI 10.17513/snt.40433

**ОСОБЕННОСТЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ УЧРЕЖДЕНИЙ  
ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ОБРАЗОВАНИЯ  
И СОЦИАЛЬНОЙ СФЕРЫ В РАМКАХ РАБОТЫ С ДЕТЬМИ  
С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ****Волкова С.В.***ФГБНУ «Институт коррекционной педагогики», Москва, e-mail.ru: logopeduc@mail.ru*

Работа с детьми с ограниченными возможностями сопряжена с различными трудностями, что отражается как на работе специалистов, так и на взаимодействии структурных подразделений, в обязанности которых входит мониторинг и поддержка реабилитации, интеграции и приобщения таких детей. Однако на примере работы логопедов из различных учреждений в рамках междисциплинарного взаимодействия с другими специалистами можно проследить проблемные аспекты. Целью исследования является изучение механизмов обеспечения преемственности в работе структурных подразделений, участвующих в обеспечении населения услугами здравоохранения, образования и полноценной жизни. При подготовке работы использовались общенаучные, описательные и аналитические методы исследования. В статье подчеркивается важность системы нейрореабилитации для детей с ограниченными возможностями. Результаты исследования показывают, что в системе межведомственного взаимодействия остаётся много нерешённых проблем. Однако в ряде регионов и крупных городов сформировались практики, способствующие активной реабилитации детей с ограниченными возможностями. Была описана одна из таких практик, указывающая на возможности психолого-педагогической поддержки детей в условиях стационара. Сделан вывод о том, что комплексный и системный подход в рамках междисциплинарного взаимодействия специалистов с участием логопедов будет способствовать успешной реабилитации детей с ограниченными возможностями.

**Ключевые слова:** реабилитация, образование, здравоохранение, социальная сфера, междисциплинарное взаимодействие, логопед

**THE PECULIARITY OF THE INTERACTION OF HEALTHCARE,  
EDUCATION AND SOCIAL INSTITUTIONS IN THE FRAMEWORK  
OF WORK WITH CHILDREN WITH DISABILITIES****Volkova S.V.***Institute of Correctional Pedagogy, Moscow, e-mail.ru: logopeduc@mail.ru*

Working with children with disabilities is associated with various difficulties, which is reflected both in the work of specialists and in the interaction of structural units whose responsibilities include monitoring and supporting the rehabilitation, integration and inclusion of such children. However, using the example of the work of speech therapists from various institutions in the framework of interdisciplinary interaction with other specialists, problematic aspects can be traced. The purpose of the study is to study the mechanisms of continuity in the work of structural units involved in providing the population with health, education and a fulfilling life. General scientific, descriptive, and analytical research methods were used in the preparation of the work. The article highlights the importance of the neurorehabilitation system for children with disabilities, in particular, children with the consequences of focal brain lesions. The results of the study show that there are many unresolved problems that remain in the system of interdepartmental interaction. However, in a number of regions and large cities, practices have been formed that promote the active rehabilitation of children with disabilities. One such practice was described, pointing to the possibilities of psychological and pedagogical support for children in a hospital setting. It is concluded that an integrated and systematic approach within the framework of interdisciplinary interaction of specialists with the participation of speech therapists will contribute to the successful rehabilitation of children with disabilities.

**Keywords:** rehabilitation, education, healthcare, social sphere, speech therapist, interdisciplinary interaction

**Введение**

Опираясь на историю развития комплексных подходов к лечению детей, можно отметить, что ещё в 60-х годах XX века исследователи и практикующие врачи указывали на то, что полноценная помощь детям с рядом нарушений тех или иных психо-физических функций должна осуществляться путём междисциплинарного подхода и совместной (разноуровневой и межведомственной) помощи как родителям, так и де-

тям. При этом как в конце XX, так и в начале XXI вв. вопросы реабилитации рассматривались самыми различными специалистами – как педагогами, так и врачами, а также государственными деятелями и работниками социальных служб. Но вопрос о межведомственном взаимодействии в отношении реабилитации инклюзии и интеграции детей с рядом осложнений так и не был решён. Сегодня все процессы трансформации общества неразрывно связаны, что говорит

о необходимости создания системы передачи информации из различных инстанций для ее оперативного использования. И если рассматривать проблемы работы с детьми, то необходимо понимать, что сегодня специалисты по различным направлениям переходят к новому стандарту, основанному на комплексном подходе к реабилитации пациентов, в частности, детей с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и учёте принципа индивидуализации [1].

Актуальность исследования заключается в том, что существует проблема обеспечения преемственности медико-социальной и психолого-педагогической работы между образовательными, медицинскими и социальными организациями. Решение данного вопроса в России становится приоритетной задачей государства, которое заинтересовано в обеспечении успешного развития и коррекции детей с ОВЗ. Одной из актуальных проблем является отсутствие налаженной системы координации и сотрудничества, кросс-функционального взаимодействия между логопедами, дефектологами, социальными работниками, психологами и другими специалистами разных типов учреждений. Низкие показатели взаимодействия приводят к тому, что снижается качество и эффективность логопедического, психолого-педагогического, медико-социального сопровождения детей, нуждающихся в помощи.

**Целью исследования** является изучение механизмов преемственности структурных подразделений, занимающихся обеспечением населения в области здоровья, образования и полноценной жизни.

#### **Материал и методы исследования**

Предмет исследования – преемственность в работе между учреждениями здравоохранения, образования и социальной сферы.

Методологическим основанием статьи является комплексный подход. При подготовке работы использовались общенаучные, описательный, аналитический методы исследования, в рамках которых была изучена общедоступная, а также аналитическая и статистическая информация.

В исследовании был проведён анализ полученных из научной литературы данных, что позволило провести сравнение возможностей структурных подразделений в области взаимодействия и помощи семьям, столкнувшимся с необходимостью реабилитации детей с ОВЗ. Последующие синтез и обобщение информации позволили сделать выводы и выдвинуть ряд предложений по оптимизации существующей системы взаимодействия структур-

ных элементов системы социального обеспечения населения в области здоровья и образования.

#### **Результаты исследования и их обсуждение**

Известно, что сегодня главной целью социума является сохранение психического и физического здоровья молодого поколения. Специалисты все больше задумываются о комплексном подходе в данном вопросе, основываясь на здоровом образе жизни, создании комфортной среды для лечения, реабилитации и развития детей и подростков, а именно детей с ОВЗ [2]. Между тем комплексная реабилитация, включающая медицинские, педагогические и психологические направления, является ключевым условием полноценного развития детей с ограниченными возможностями здоровья и их успешной социализации. Особую значимость в этом процессе занимает логопедическая помощь, поскольку речевые и коммуникативные нарушения часто сопровождают различные категории ограниченных возможностей и могут существенно затруднять обучение, а также взаимодействие с окружающей средой. При этом анализ доступных данных показывает, что услуги социальной поддержки развиты лучше, чем реабилитационные (рисунок).

Как показано на рисунке, социальная поддержка семей с детьми с ОВЗ не может ограничиваться материальной стороной вопроса. Необходим комплекс мер, который включает лечебные, психологические, педагогические, а также социальные мероприятия по отношению к таким детям, что подчёркивает значимость изучения проблем преемственности между учреждениями здравоохранения, образования и социальной сферы по различным направлениям работы с детьми с ОВЗ, в том числе и в направлении логопедической помощи.

Стоит отметить, что главным аспектом механизма коммуникации специалистов системы здравоохранения, образования и социальной сферы может стать интегрированная база знаний и материалов, обеспечивающая эффективное и быстрое межведомственное взаимодействие. Сегодня появляются различные нормативно-правовые акты на федеральном, региональном и местном уровне, регулирующие систему помощи детям с ОВЗ как в учреждениях здравоохранения, так и в системе образования, системе социальной защиты населения, в рамках деятельности организаций Министерства культуры Российской Федерации, Министерства спорта Российской Федерации.



*Предоставление мер поддержки семей с детьми с ОВЗ  
Источник: составлено автором*

Если говорить о преемственности в работе между учреждениями, то более целесообразно опираться на принципы и положения Международной классификации функционирования ограничений жизнедеятельности и здоровья (МКФ): критерии определения уровня курации, оценка реабилитационного статуса, установление реабилитационного диагноза, оценка реабилитационного потенциала [3].

МКФ составляет научно-методическую основу комплексной реабилитации и абилитации. В свою очередь, она является стандартом Всемирной организации здравоохранения в аспекте измерения состояния здоровья лиц с ОВЗ, их активности как на индивидуальном уровне, так и на уровне социума. Несомненно, МКФ со временем будет совершенствоваться [4].

С другой стороны, сегодня в рамках межведомственного взаимодействия популярной становится методология биопсихосоциального подхода. Важно понимать, что суть его заключается в концепции трехуровневой системы последствий болезни. Специалистами должны учитываться не только биологические последствия заболевания, но и социальные и психологические последствия. Таким образом, ребёнку должна оказываться в рамках реабилитации комплексная медико-социальная и психолого-педагогическая помощь.

С точки зрения принципов МКФ, оценка функционирования таких детей должна учитывать различные аспекты их жизнедеятельности, включая образование, социальную адаптацию и т.д. [5].

Безусловно, качество высшего медицинского образования обеспечивает эффективность практического здравоохранения, но в то же время отсутствие соответствующего нормативно-правового сопровождения показывает неготовность социальных служб к полноценному обеспечению процессов информационного обмена.

Подтверждение данному мнению, распространённому среди специалистов, можно увидеть на примере стационарного отделения Центра патологии речи и нейрореабилитации города Ярославль, который был открыт в 2010 году и имеет несколько направлений работы с детьми с ОВЗ. Такие специалисты, как дефектологи, логопеды, психологи взаимодействуют с родителями, через них находят контакты со школами и в комплексе решают некоторые задачи осуществления нейрореабилитационного процесса. В учреждении формируется специальный распорядок мероприятий/занятий/этапов, на которые разбивается день и все это проходит на основе комплексного подхода с учётом индивидуальных особенностей пациента, школьного распорядка и предписаний врачей. Были рассмотрены

результаты работы центра в течение 2023-2024 учебного года. За это время специалисты центра провели:

800 консультаций (в рамках которых были как совместные работы невролога и логопеда, так и отдельные встречи);

300 консультаций в режиме онлайн (не все пациенты могут свободно посещать центр в связи с разными обстоятельствами и была предоставлена услуга дистанционного консультирования);

250 встреч с родителями, которые не справляются с проблемами детей с ОВЗ, организованы группы поддержки и проведены коллоквиумы по обсуждению насущных проблем.

В Центре патологии речи и нейрореабилитации г. Ярославля основные услуги предоставляются на платной основе, однако отдельные категории граждан могут воспользоваться бесплатными консультациями в рамках реализации программ государственной поддержки.

Можно выдвинуть предположение, что при соблюдении всех процедур и мероприятий с участием всех специалистов, в частности логопеда, возможно с большой долей вероятности наблюдать положительные результаты в реабилитации и динамике речевого развития, формирования когнитивных функций у детей. Однако на данном этапе такое решение является проектом на будущее. Это связано с тем, что необходимо внедрение интегративных технологий логопедической реабилитации. Специалисты нуждаются в нормативно-правовом и методическом сопровождении скоординированной работы на всех рассматриваемых уровнях [6, 7].

Современная практика показывает, что логопедическая реабилитация детей с последствиями очаговых поражений мозга основана на дифференцированном и индивидуальном подходе к каждому. Во-первых, логопед формулирует программу и выбирает способы логопедической помощи. Программа определяется из анализа сохранных и нарушенных составляющих коммуникативно-речевой системы. Во-вторых, специалист комплексно оценивает потенциал различных нейромодулирующих технологий, которые можно применить в конкретном случае. Среди актуальных и эффективных на практике технологий необходимо выделить: мультимодальную, сенсорную, транслингвальную стимуляцию, интегрированный нейромоторный, нейрокогнитивный и нейрореабилитационный тренинг, технологии биологической обратной связи (БОС) и другие. В-третьих, скоординированная работа мультидисциплинарной реабили-

тационной команды (МРК) и логопедов оценивает потенциальные возможности комплексного воздействия на нейропластичность мозга. В свою очередь, коммуникативно-речевая логопедическая терапия в современной системе нейрореабилитации играет значимую роль для восстановления пациента и его дальнейшей социализации в обществе после болезни [8].

Однако при условии отсутствия конкретных принципов взаимодействия между логопедами, педагогами, родителями и другими участниками работы с детьми с ОВЗ комплексный подход является вопросом времени, так как без него добиться эффективной реабилитации затруднительно [9].

Специалисты отмечают, что комплексный подход – это не только работа на междисциплинарном уровне, но также учёт образовательных и социальных проблем детей из рассматриваемой группы. Низкий уровень коммуникации часто становится причиной изоляции, что мешает инклюзии детей в среду сверстников, а решение этой проблемы может помочь взаимодействию учителя-логопеда с другими специалистами [10].

С другой стороны, не все исследователи указывают на первостепенное значение работы педагогов, часть отмечают важную роль семьи. Именно семья создаёт определённую среду, в которой растёт и развивается ребёнок, а под воздействием родителей формируется его личность. Следовательно, с родителями также должны совместно работать различные специалисты.

Социальные работники могут оказывать консультативную помощь в бытовом плане и в организации досуга. Логопеды, педиатры, дефектологи должны проводить индивидуальные консультации и повышать информационную компетентность родителей по вопросам заболевания, реабилитации и прогнозам на будущее [11]. Педагоги-психологи в школе должны создавать психолого-педагогические условия для социализации детей в коллективе сверстников, его адаптации при переходе из начальной школы в среднюю школу и т. д. Таким образом, кросс-функциональное взаимодействие учреждений образования, социальной сферы и здравоохранения с учётом комплексного подхода к реабилитации рассматриваемого контингента могут способствовать быстрому выздоровлению и восстановлению социальных функций. Стоит отметить, что в современных условиях данное взаимодействие отмечается в редких случаях, чаще зависит от желания самих специалистов помочь. Сегодня нет системного подхода к комплексной реабилитации детей

с ОВЗ, что требует пересмотра данного вопроса на федеральном уровне с целью обеспечения своевременной и максимально эффективной помощи детям с ОВЗ [12].

Так, на примере флагманской площадки проекта госпитальных школ «Учим Знаем» (г. Москва) можно увидеть следующее: применение междисциплинарного подхода в психолого-педагогическом сопровождении детей, которые нуждаются в длительном лечении, в частности, в условиях стационара, выражается в активном взаимодействии с их родителями, педиатрами и воспитателями/учителями (в зависимости от возрастной группы). Соответственно, комплексная задача заключается в адаптации образовательного пространства под особые индивидуальные потребности учащегося. Так, для детей с ОВЗ выстраивается индивидуальный образовательный маршрут с учётом результатов психолого-педагогических диагностик, медицинских показаний и рекомендаций врачей [13].

И, несмотря на то, что сегодня существуют успешные проекты, которые реализуют систему преемственности и межведомственного сотрудничества, такие школы и центры можно найти в крупных городах РФ, в то время как в большинстве территориальных единиц сохраняются проблемы, связанные не только с межведомственной преемственностью, но и с наличием соответствующего нормативного сопровождения, методических разработок и кадров.

### Заключение

Подводя итог можно отметить, что несмотря на то, что в современной практике взаимодействия различных учреждений существует проблема преемственности в работе с детьми с ОВЗ, также постепенно возникают организации, которые стремятся минимизировать разрыв между учебными заведениями, а также больницами и социальными службами. Кроме того, сегодня утверждена единая методическая база на основе концепции МКФ, которая должна обеспечивать решение ряда вопросов, связанных с взаимодействием различных специалистов, в частности, в направлении логопедической работы с детьми с ОВЗ. Но, первыми кто оказался заинтересован в их реализации оказались коммерческие центры.

Следовательно, необходима разработка междисциплинарной и межведомственной стратегии по работе и оказанию помощи детям с ОВЗ, которая будет соответствовать как потребностям населения, так и возможностям государственных учреждений. В этой связи важно подчеркнуть, что такие характеристики индивидов, как нестабиль-

ность состояния, особенности нейрофизиологической организации психической деятельности в условиях нейротравмы и др., определяют необходимость разработки новых интегративных алгоритмов логопедической помощи. Опираясь на государственную поддержку важно закрепить необходимость методических разработок по внедрению инновационных техник в работу как с детьми, так и с их родителями. Такой комплексный подход может оказаться наиболее эффективным в плане создания межведомственного взаимодействия и повышения уровня инклюзии и интеграции детей с ОВЗ в общество их реабилитации.

### Список литературы

1. Игошина И.А. История развития социальной реабилитации детей с ограниченными возможностями здоровья // StudArctic forum. 2020. № 4 (20). С. 13. URL: <https://saf.petrstu.ru/journal/article.php?id=5461> (дата обращения: 17.05.2025).
2. Закрепина А.В., Сиднева Ю.Г., Браткова М.В., Валиуллина С.А. Психическая активность у детей на раннем этапе реабилитации после острых тяжелых повреждений головного мозга // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2020. № 97(1). С. 51-59. DOI: 10.17116/kurort20209701151. URL: <https://www.mediasphera.ru/issues/voprosy-kurortologii-fizioterapii-i-lechebnoj-fizicheskoy-kultury/2020/1/1004287872020011051> (дата обращения: 17.05.2025).
3. Аксенова Е.И., Камынина Н.Н., Кравчук А.А. Здоровоохранение и социальная защита: партнерство и взаимодействие в современном мире // Московская медицина. 2023. №4 (56). С. 82-86. URL: <https://niioz.ru/moskovskaya-meditsina/zhurnal-moskovskaya-meditsina/glavnoe/zdravookhraneni-i-sotsialnaya-zashchita-partnerstvo-i-vzaimodeystvie-v-sovremennom-mire/> (дата обращения: 14.05.2025).
4. Шмонин А.А., Мальцева М.Н., Мельникова Е.В. Мультидисциплинарная технология поиска цели реабилитации у пациентов с церебральным инсультом на основе Международной классификации функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья // Consilium Medicum. 2019. № 2. С. 9-16. DOI: 10.26442/20751753.2019.2.190212.
5. Бодрова Р.А., Иксанов Х.В. Методологические аспекты Международной классификации функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья при разработке индивидуальных программ реабилитации или абилитации // Вести научных достижений. Медицина и фармация. 2019. № 1. С. 33-38. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodologicheskie-aspekty-mezhdunarodnoy-klassifikatsii-funktsionirovaniya-ogranicheniy-zhiznedejatelnosti-i-zdorovya-pri> (дата обращения: 16.05.2025).
6. Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 октября 2013 г. № 1155 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта дошкольного образования» [Электронный ресурс]. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_154687/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_154687/) (дата обращения: 20.05.2025).
7. Белкин А.А., Белкина Ю.Б., Прудникова С.С., Скрипай Е.Ю., Ермакова Е.В., Якимова А.С., Барышникова Ю.С., Ладейщикова Ю.А., Никитенко Т.В., Пинчук Е.А., Сафонова Т.Ю. Медицинский логопед в мультидисциплинарной реабилитационной команде. Практический опыт клиники Института мозга // Consilium Medicum. 2021. № 23(2). С. 136-143. DOI: 10.26442/20751753.2021.2.200644.
8. Граматикополо Л.С. Применение Международной классификации функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья в системе комплексного изучения детей раннего возраста с синдромом Дауна // Вестник Мининского университета. 2021. № 2 (35). URL: <https://www.>

minin-vestnik.ru/jour/article/view/1228 (дата обращения: 15.05.2025). DOI: 10.26795/2307-1281-2021-9-2-5.

9. Демина А.Л. Работа учителя-логопеда с детьми ОВЗ в условиях логопедического пункта образовательного учреждения [Электронный ресурс]. URL: <https://ropkip.ru/publication/411125> (дата обращения: 16.05.2025).

10. Феофанов В.Н., Константинова Н.П. Особенности межличностных отношений дошкольников с ограниченными возможностями здоровья со сверстниками в условиях инклюзивного образования // Образование и наука. 2020. Т. 22, № 5. С. 67–89. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-mezhlichnostnyh-otnosheniy-doshkolnikov-s-ogranichennymi-vozmozhnostyami-zdorovya-so-sverstnikami-v-usloviyah-inklyuzivnogo-obrazovaniya> (дата обращения: 05.04.2025).

11. Саблева А.С., Руднев А.А., Лемешенок М.А. Комплексная коррекция нарушений в когнитивной и двигательной сферах развития детей с применением занятий в аэродинамической трубе // Специальное образование. 2021. 3(63). С. 65–76. DOI: 10.26170/1999-6993\_2021\_03\_05.

12. Булдакова С.А., Гостева О.П. Некоторые аспекты взаимосвязи и преемственности в работе логопедов системы «поликлиника-школа» // Концепт. 2013. Т. 3. С. 1136–1140. URL: <http://e-koncept.ru/2013/53230.htm> (дата обращения: 05.04.2025).

13. Мелешко В. Г. Социальные аспекты интеграции детей с ограниченными возможностями здоровья в современные условия жизни общества // Коррекционно-педагогическое образование. 2021. № 3 (27). С. 45–55. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sotsialnye-aspekty-integratsii-detey-s-ogranichennymi-vozmozhnostyami-zdorovya-v-sovremennye-usloviya-zhizni-obschestva> (дата обращения: 17.05.2025).

14. Зорина Е.С., Бриллиантова А.А. Реализация междисциплинарного подхода в психолого-педагогическом сопровождении детей, нуждающихся в длительном лечении в медицинских стационарах // Вестник практической психологии образования. 2024. Т. 21. № 1. С. 50–59. DOI: 10.17759/bppe.2024210104.