



ИД «Академия Естествознания»

**СОВРЕМЕННЫЕ
НАУКОЕМКИЕ
ТЕХНОЛОГИИ**

Научный журнал

№5 Часть 2 2024



**MODERN
HIGH
TECHNOLOGIES**

Scientific journal

No.5 Part 2 2024



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). К1.

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. Айдосов 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. Баубеков С.Д. (Тараз); д.т.н., проф. Беззубова 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. Делятовский 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., проф. Евтушенко И.В. (Москва); д.п.н., проф. Ефремова Н.Ф. (Ростов-на-Дону); д.т.н., проф. Завражнов А.И. (Мичуринск); д.п.н., доцент, Загrevский 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. Кузлякина 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. Маргис 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.п.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. (Ожно-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. Страбькин 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

Правила для авторов: 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 «НИЦ Академия Естествознания»

410035, г. Саратов, ул. Мамонтовой, 5

E-mail

edition@rae.ru

Телефон

+7 (499) 705-72-30

Подписано в печать

31.05.2024

Дата выхода номера

28.06.2024

Формат

60x90 1/8

Усл. печ. л.

16,2

Тираж

1000 экз.

Заказ

СНТ 2024/5

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. Aidsov (Almaty); D.Sc., Prof. S.V. Alekseev (Irkutsk); D.Sc., Prof. V.Z. Alov (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. Belozеров (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. Gavrishin (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. Efreanova (Rostov-on-Don); D.Sc., Prof. A.I. Zavrzhnov (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. Chervikov 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

Rules for authors: 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	31.05.2024	Number issue date	28.06.2024
Format	60x90 1/8	Conditionally printed sheets	16,2
Circulation	1000 copies	Order	CHT 2024/5

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**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВИРТУАЛЬНЫХ АНАЛИЗАТОРОВ
В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ

Ахмадуллин И.Р., Хафизов А.М., Юсупова И.Г. 256

СПОСОБ ОПТИМИЗАЦИИ ПОДАЧИ АЗОТА ВЫСОКОГО
ДАВЛЕНИЯ В ПЕЧЬ ДЛЯ РЕГЕНЕРАЦИИ КАТАЛИЗАТОРА

Баширова Э.М., Вагапов Р.Ф. 262

ПОСТРОЕНИЕ ОНТОЛОГИИ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ
ПРИНЯТИЯ ФАКТОРИНГОВЫХ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ
КВАНТОВЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

Боряев Р.О., Чуваков А.В. 269

К ВОПРОСУ ОБ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ
И РЕМОНТА ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Вальнев В.В., Котелева Н.И. 276

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К ОРГАНИЗАЦИИ
КЛИЕНТ-СЕРВЕРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В СОВРЕМЕННЫХ
ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯХ, НА ПРИМЕРЕ REST API И GRAPHQL

Кожанов П.С., Готская И.Б. 284

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И АЛГОРИТМ РАСПРОСТРАНЕНИЯ
РАДИОСИГНАЛОВ ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ЭФФЕКТИВНОГО
ПРОЕКТИРОВАНИЯ БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЕЙКу Дык Тоан, Ахметшин Д.А., Нуриев Н.К., Печень Е.А.,
До Као Минь, Фам Тхи Тхуи, Ле Ван Дьеп, Дао Минь Шанг 294

КАЧЕСТВО И ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ

Левенцов А.Н., Левенцов В.А., Ходырев В.В. 302

МЕТОДЫ АНАЛИЗА КОМПЬЮТЕРНОГО ПОЧЕРКА
ДЛЯ БИОМЕТРИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ
ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ В ПРОЦЕДУРЕ ПРОКТОРИНГА

Родионов А.В., Шафаревич А.Д. 306

РАЗРАБОТКА МУЛЬТИМОДАЛЬНОГО МЕТОДА СЕНТИМЕНТ-АНАЛИЗА
ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ОРГАНИЗАЦИЯХ

Фазульянов Д.В., Гусева А.И. 313

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА В ЗАДАЧЕ
ПРОГНОЗИРОВАНИЯ УСПЕВАЕМОСТИ АБИТУРИЕНТОВ В ВУЗЕ

Щербин С.И., Харитонов И.М., Огар Т.П., Панфилов А.Э., Кравец А.Г. 321

Педагогические науки (5.8.1, 5.8.2, 5.8.3, 5.8.7)**СТАТЬИ**ТВОРЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ КАК СРЕДСТВО ФОРМИРОВАНИЯ
ЭКОЛОГО-КУЛЬТУРНОЙ ГРАМОТНОСТИ СТАРШЕКЛАССНИКОВ

Антонов В.В. 326

СФОРМИРОВАННОСТЬ ПРЕДПОСЫЛОК К ОСВОЕНИЮ НАВЫКОВ ЧТЕНИЯ И ПИСЬМА У ОБУЧАЮЩИХСЯ, ПОСТУПИВШИХ В 1 КЛАСС ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЫ <i>Артемова Е.Э., Федорова А.С.</i>	332
ТРАНСФОРМАЦИЯ СИСТЕМЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА СОСТОЯНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ЗДОРОВЬЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ ВУЗОВ <i>Богдан Н.Н., Масилова М.Г., Самсонова Е.А.</i>	337
ДИАГНОСТИКА РЕЗУЛЬТАТОВ ФОРМИРОВАНИЯ ОПЫТА ЭМОЦИОНАЛЬНО-ЦЕННОСТНОГО ОТНОШЕНИЯ СТУДЕНТОВ К ОКРУЖАЮЩЕЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ <i>Васина О.Н.</i>	343
СУЩНОСТЬ И СТРУКТУРА НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ ДЕФЕКТОЛОГИЧЕСКИХ КАДРОВ <i>Лаврентьева М.А., Гришина О.С.</i>	349
РАЗВИТИЕ СВЯЗНОЙ ПИСЬМЕННОЙ РЕЧИ ШКОЛЬНИКОВ С РЕЧЕВЫМИ НАРУШЕНИЯМИ СРЕДСТВАМИ СЛОВЕСНОГО ТВОРЧЕСТВА <i>Минаева Н.Г., Архипова С.В.</i>	356
ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ПРИ ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКОГО ВУЗА ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ <i>Назина О.В., Заболотная С.Г., Коровина И.А.</i>	365
К ПРОБЛЕМЕ ПСИХОМОТОРНОГО РАЗВИТИЯ ДЕТЕЙ СТАРШЕГО ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА С РАССТРОЙСТВАМИ АУТИСТИЧЕСКОГО СПЕКТРА <i>Панасенко К.Е.</i>	370
ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ИНОЯЗЫЧНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОММУНИКАЦИИ <i>Проценко Е.А., Смолина Л.В.</i>	376

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

PRACTICAL USE OF VIRTUAL ANALYZERS
IN THE TECHNOLOGICAL PROCESS

Akhmadullin I.R., Khafizov A.M., Yusupova I.G. 256

A METHOD FOR OPTIMIZING THE SUPPLY OF HIGH-PRESSURE
NITROGEN TO THE FURNACE FOR CATALYST REGENERATION

Bashirova E.M., Vagapov R.F. 262

CONSTRUCTION OF AN ONTOLOGY FOR A SYSTEM TO SUPPORT
FACTORING DECISIONS BASED ON QUANTUM COMPUTING

Boryaev R.O., Chuvakov A.V. 269

TO THE QUESTION OF AUTOMATION OF MAINTENANCE
AND REPAIR OF INDUSTRIAL EQUIPMENT

Valnev V.V., Koteleva N.I. 276

COMPARATIVE ANALYSIS OF APPROACHES TO ORGANIZING
CLIENT-SERVER INTERACTION IN MODERN WEB APPLICATIONS,
USING THE EXAMPLE OF REST API AND GRAPHQL

Kozhanov P.S., Gotskaya I.B. 284

MATHEMATICAL MODEL AND ALGORITHM OF RADIO SIGNALS
PROPAGATION TO SUPPORT THE EFFICIENT DESIGN
FOR WIRELESS NETWORKS

*Cu Duc Toan, Akhmetshin D.A., Nuriev N.K., Pechenny E.A.,
Do Cao Minh, Pham Thi Thuy, Le Van Diep, Dao Minh Sang* 294

QUALITY AND DIGITAL TRANSFORMATION

Leventsov A.N., Leventsov V.A., Khodyrev V.V. 302

METHODS OF COMPUTER HANDWRITING ANALYSIS FOR BIOMETRIC
IDENTIFICATION OF USERS IN PROCTORING PROCEDURE

Rodionov A.V., Shafarevich A.D. 306

DEVELOPMENT OF A MULTIMODAL METHOD OF SENTIMENT
ANALYSIS TO SUPPORT DECISION-MAKING IN ORGANIZATIONS

Fazulianov D.V., Guseva A. I. 313

APPLICATION OF CLUSTER ANALYSIS METHODS IN THE TASK
OF PREDICTING THE ACADEMIC PERFORMANCE OF APPLICANTS
AT THE UNIVERSITY

Shcherbin S.I., Haritonov I.M., Ogar T.P., Panfilov A.E., Kravets A.G. 321

Pedagogical sciences (5.8.1, 5.8.2, 5.8.3, 5.8.7)

ARTICLES

CREATIVE TASKS AS A MEANS OF FORMING ECOLOGICAL
AND CULTURAL LITERACY HIGH SCHOOL STUDENTS

Antonov V.V. 326

THE FORMATION OF PREREQUISITES FOR MASTERING READING AND WRITING SKILLS AMONG STUDENTS ADMITTED TO THE 1ST GRADE OF A COMPREHENSIVE SCHOOL <i>Artemova E.E., Fedorova A.S.</i>	332
THE TRANSFORMATION OF THE HIGHER EDUCATION SYSTEM AND ITS IMPACT ON THE PROFESSIONAL HEALTH OF UNIVERSITY TEACHERS <i>Bogdan N.N., Masilova M.G., Samsonova E.A.</i>	337
DIAGNOSTICS OF THE FORMATION RESULTS THE EXPERIENCE OF STUDENTS' EMOTIONAL AND VALUE ATTITUDE TO THE SURROUNDING REALITY <i>Vasina O.N.</i>	343
THE ESSENCE AND STRUCTURE OF SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL SUPPORT FOR PROFESSIONAL TRAINING OF DEFECTOLOGICAL PERSONNEL <i>Lavrentieva M.A., Grishina O.S.</i>	349
DEVELOPMENT OF CONNECTED WRITTEN SPEECH OF SCHOOLCHILDREN WITH SPEECH IMPAIRMENTS BY MEANS OF VERBAL CREATIVITY <i>Minaeva N.G., Arkhipova S.V.</i>	356
THE POSSIBILITIES OF USING DIGITAL APPLICATIONS BASED ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN TEACHING A FOREIGN LANGUAGE TO MEDICAL STUDENTS <i>Nazina O.V., Zabolotnaya S.G., Korovina I.A.</i>	365
ON THE PROBLEM OF PSYCHOMOTOR DEVELOPMENT OF OLDER PRESCHOOL CHILDREN WITH AUTISM SPECTRUM DISORDERS <i>Panasenko K.E.</i>	370
POTENTIAL APPLICATIONS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES FOR TEACHING FOREIGN LANGUAGE PROFESSIONAL COMMUNICATION <i>Protsenko E.A., Smolina L.V.</i>	376

СТАТЬИ

УДК 681.5

DOI 10.17513/snt.40037

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВИРТУАЛЬНЫХ АНАЛИЗАТОРОВ
В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ****Ахмадуллин И.Р., Хафизов А.М., Юсупова И.Г.***Институт нефтепереработки и нефтехимии**Уфимского государственного нефтяного технического университета, Салават,**e-mail: croniss.bot@mail.ru, alik_hafizov@mail.ru, ilvina011@mail.ru*

В разработке системы управления для блока деизогексанизации установки пентан-гексановой изомеризации возможно использование виртуального анализатора в рамках программы YOKOGAWA CENTUM VP. Этот подход позволяет значительно повысить эффективность контроля и управления процессом, а также обеспечить более точные результаты анализа работы установки. Интеграция виртуального анализатора в систему управления позволяет анализировать уровень сырья, температуру продукта и давление в трубопроводе на более частых временных промежутках. Это создает возможность оперативно реагировать на изменения в процессе и принимать меры по оптимизации работы установки. Кроме того, виртуальный анализатор способен синтезировать данные, полученные от лабораторных анализов, что дает более полное представление о состоянии изомеризата. Цель предлагаемого подхода заключается в разработке метода регулирования процесса ректификации, который позволяет управлять с высокой точностью качеством изомеризата и обеспечивает своевременное вмешательство при изменениях в технологическом процессе. Рекомендуемый принцип управления включает в себя использование в составе системы управления виртуального анализатора и регулирование параметра обратного потока, при этом поддерживая постоянную температуру в колонне. На основе данных от контрольно-измерительных приборов на периодах распределения, измеряющих уровень сырья, температуру продукта и давление в трубопроводе. Виртуальный анализатор также объединяет результаты лабораторных анализов готового изомеризата. В функциональном блоке виртуального анализатора содержится функция колонны K-202. С помощью проведения периодических лабораторных анализов выходного изомеризата, которые проводятся примерно каждые 24 часа, регулирование процесса ректификации основано на этой функции. Эта модель считается актуальной до получения окончательных результатов лабораторного анализа готового продукта. После этого проводится тщательная проверка модели на актуальность. Если математическая модель технологического процесса оказывается устаревшей, она перекалибруется на основе последних данных.

Ключевые слова: виртуальный анализатор, математическая модель, изомеризация, автоматизированная система управления технологическим процессом, YOKOGAWA CENTUM VP

**PRACTICAL USE OF VIRTUAL ANALYZERS
IN THE TECHNOLOGICAL PROCESS****Akhmadullin I.R., Khafizov A.M., Yusupova I.G.***Institute of Oil Refining and Petrochemistry of Ufa State Petroleum Technical University, Salavat,**e-mail: croniss.bot@mail.ru, alik_hafizov@mail.ru, ilvina011@mail.ru*

In the development of a control system for the deisohexanization unit of the pentane-hexane isomerization unit, it is possible to use a virtual analyzer within the framework of the YOKOGAWA CENTUM VP program. This approach can significantly improve the efficiency of process control and management, as well as provide more accurate results of the analysis of the installation. The integration of the virtual analyzer into the control system allows you to analyze the level of raw materials, product temperature and pipeline pressure at more frequent time intervals. This makes it possible to quickly respond to changes in the process and take measures to optimize the operation of the installation. In addition, the virtual analyzer is able to synthesize data obtained from laboratory analyses, which gives a more complete picture of the state of the isomerizate. The purpose of the proposed approach is to develop a method for regulating the rectification process, which allows you to control the quality of isomerizate with high accuracy and ensures timely intervention on changes in the technological process. The recommended control principle includes the use of a virtual analyzer as part of the control system and the regulation of the backflow parameter, while maintaining a constant temperature in the column. Based on data from control and measuring devices at distribution periods, measuring the level of raw materials, product temperature and pressure in the pipeline. The virtual analyzer also combines the results of laboratory analyses of the finished isomerizate. The function block of the virtual analyzer contains the function of the K-202 column. With the help of periodic laboratory analyses of the output isomerizate, which are carried out approximately every 24 hours, the regulation of the rectification process is based on this function. This model is considered relevant until the final results of the laboratory analysis of the finished product are obtained. After that, the model is thoroughly checked for relevance. If the mathematical model of the technological process turns out to be outdated, it is recalibrated based on the latest data.

Keywords: virtual analyzer, isomerization, automated process control system, mathematical model, YOKOGAWA CENTUM VP

Управление технологическим процессом на реальном производстве строится на основе наблюдения за результатами текущей ситуации [1]. Этот процесс мониторинга включает в себя сбор и предварительную обработку информации, полученной от измерительных приборов и комплексов, встроенных в систему автоматизации технологических процессов, а также анализ продукции, выпускаемой на предприятии. В связи с этим возникает научно-технологическая проблема достоверности и своевременности предоставления информации о текущем состоянии автоматизированного технологического процесса благодаря работе виртуальных анализаторов (ВА) [2]. Эти анализаторы, реализованные с использованием электронно-вычислительных комплексов, в своей основе содержат модели, которые объединяют результаты лабораторных анализов с оперативно получаемыми данными от контрольно-измерительных систем.

Цель предлагаемого подхода заключается в разработке метода регулирования процесса ректификации, который позволяет управлять с высокой точностью качеством изомеризата и обеспечивает своевременное реагирование на изменения в технологическом процессе. Рекомендуемый принцип управления включает в себя использование в составе системы управления виртуального анализатора и регулирование параметра обратного потока, при этом поддерживается постоянная температура в колонне на основе данных от контрольно-измерительных приборов на периодах распределения, измеряющих уровень сырья, температура продукта и давление в трубопроводе. Виртуальный анализатор также объединяет результаты лабораторных анализов готового изомеризата. В функциональном блоке виртуального анализатора содержится функция колонны К-202. В связи с регламентированным графиком проведения периодических лабораторных анализов выходного изомеризата (анализы проводятся примерно каждые 24 часа) регулирование процесса ректификации возможно проводить только по данным математической модели.

Эта модель считается актуальной до получения окончательных результатов лабораторного анализа готового продукта. После этого проводится тщательная проверка модели на актуальность. Если математическая модель технологического процесса оказывается устаревшей, она перекалибруется на основе последних данных.

Материалы и методы исследования

При разработке математической модели ВА были получены уравнения регрессии.

В дальнейшем они были использованы в программном обеспечении в составе программно-алгоритмического комплекса. Представим методы получения данных уравнений в общем виде, т.к. модели с полученными коэффициентами регрессии являются собственностью предприятия и не могут быть опубликованы в открытой печати.

Метод линейной регрессии. Линейная регрессия – зависимость одной выходной переменной от одной или нескольких входных переменных. Регрессионная модель имеет вид:

$$y = X\beta + \varepsilon, E(\varepsilon) = 0, \quad (1)$$

где β – регрессионные коэффициенты;
 ε – случайная ошибка.

$$y_i = \alpha + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_k x_{ik}. \quad (2)$$

Регрессионные коэффициенты отражают скорость изменения зависимой переменной в ответ на изменение конкретного фактора, при условии, что оставшиеся факторы остаются постоянными. Нахождение коэффициентов регрессии происходит с помощью метода наименьших квадратов.

Метод робастной регрессии. Для построения модели можно прибегнуть к самому простому и наиболее часто используемому методу – методу наименьших квадратов. Однако линейная оценка с использованием метода наименьших квадратов может привести к неудовлетворительным результатам, когда ошибка распределена неравномерно или когда ошибки сильно разбросаны. Одним из подходов к решению этой проблемы является метод надежной регрессии, который предполагает использование критерия соответствия, менее чувствительного к выбросам, чем метод наименьших квадратов.

Самым распространенным подходом к робастной регрессии является метод М-оценок.

Рассмотрена линейная модель:

$$y_i = \alpha + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_k x_{ik} = X_i' \beta + \varepsilon_i, \quad (3)$$

для i -й из n наблюдений. Давая оценку b для β , получена модель:

$$\hat{y}_i = \alpha + b_1 x_{i1} + b_2 x_{i2} + \dots + b_k x_{ik} = X_i' b, \quad (4)$$

и разность:

$$e_i = y_i - \hat{y}_i. \quad (5)$$

Результаты исследования и их обсуждение

Согласно стандарту ГОСТ Р 8.818-2013, виртуальный анализатор представляет собой измерительное устройство, основанное

на универсальном компьютере и дополнительных технико-программных средствах. В этом устройстве пользователь имеет возможность изменять состав и последовательность работы программно-технических средств, а также управлять процессом отображения вычисления их результатов.

Этот виртуальный анализатор улучшит качество продукта за счет своевременного вмешательства и повысит эффективность проводимых испытаний [3]. Основным преимуществом рассмотренной работы является возможность найти наилучшее решение для регулирования технологического процесса с помощью виртуального анализатора.

Разработка и применение виртуальных анализаторов (ВА) на нефтехимическом заводе для оценки характеристик нефтепродуктов являются составной частью систем улучшенного управления технологическими процессами (СУУТП или APC-систем) [4]. Методы интеграции и результативной эксплуатации ВА на объектах производства ООО «Газпром Нефтехим Салават» известны, они применяются на установках АВТ-4 и АВТ-6 с использованием программного обеспечения Honeywell PSOS.

Анализ научных источников показывает, что имеется большое количество работ по созданию виртуальных анализаторов для автоматического управления ректификационной колонной. Способ создания виртуального анализатора для управления процессом ректификации заключается в регулировании обратного потока из ребойлера в зависимости от температуры верхней секции колонны [5]. Отмечается, что быстрота реагирования систем управления и мониторинга, фокусирующихся исключительно на одной выходной переменной без учета других, приводит к низкой точности регулирования качества дистиллята в ректификационной колонне [6].

Способ создания виртуального анализатора для управления процессом ректификации включает регулирование обратного потока из ребойлера в зависимости от температуры верхней секции колонны. Отмечается, что быстрота реагирования систем управления и мониторинга, фокусирующихся исключительно на одной выходной переменной без учета других, приводит к низкой точности регулирования качества дистиллята в ректификационной колонне [7].

Альтернативный способ создания виртуального анализатора для автоматического управления технологическим процессом включает регулирование обратного потока из ребойлера в зависимости от давления и температуры в верхнем сегменте колонны и молекулярной массы нефтепродукта. Не-

достаточная точность регулирования качества нефтепродуктов обусловлена тем, что многокомпонентные углеводородные смеси с одинаковой молекулярной массой могут демонстрировать различные характеристики качества, и предполагается, что управление осуществляется на основе одной выходной переменной без учета других факторов.

Предлагаемое решение направлено на разработку способа регулирования процесса ректификации, обеспечивающего точность регулирования качества нефтепродуктов и способствующего быстрому реагированию на отклонения. Предлагаемый способ регулирования процесса ректификации предусматривает использование системы управления с виртуальным анализатором для поддержания постоянного уровня в ребойлере и расхода пара [8]. В процессе разделения сырья и контроля его качества используется виртуальный анализатор, который получает данные от различных датчиков. Он измеряет давление, уровень сырья и температуру на всех этапах процесса разделения. Также внутри анализатора создается модель ректификационной колонны, которая основывается на полученных данных [9].

Это позволяет контролировать процесс ректификации и управлять им эффективно. Для подтверждения полученных результатов и оценки качества основного продукта проводится лабораторный анализ каждые 24 часа. Основной целью этой установки является производство изомеризата с заданным октановым числом, которое должно быть не менее 89,0. В случае если виртуальный анализатор обнаруживает отклонения, он инициирует управляющие воздействия на клапан, открывая или закрывая его на основе результатов модельного расчета. Эта модель остается в силе до тех пор, пока не будут получены результаты лабораторного анализа конечного продукта, после чего проводится оценка точности модели, и если математическая модель технологического процесса устарела, она перекалибруется на основе последних данных [10].

Для построения регрессионных моделей необходимо определить количество информативных входных данных для ВА. Для этого из общего числа показаний генерируются две выборки – обучающая и валидационная.

Обучающая выборка используется для корректировки (оптимизации параметров) модели зависимости. Хорошую оценку качества построенной модели дает ее валидация на независимых данных, не использованных для обучения. Валидационная (или контрольная) выборка используется для оценки качества построенной модели.

Для дальнейшей работы были построены модели двух виртуальных анализаторов выходных параметров – флегмы и пара. Данные с нескольких датчиков, расположенных на ректификационной колонне, были получены для соответствующих лабораторных анализов (выходные переменные). Данные имеют временную задержку в 120 минут. Метод «лассо» был реализован в среде MATLAB. Функция [B, FitInfo] = lasso(X, Y, 'лямбда', λ) вызывает значения регрессионной модели, которые были получены с помощью метода наименьших квадратов для массива параметров регуляризации λ (как описано выше) и информацию о состоянии модели (значение квадратного корня из среднеквадратической ошибки (RMSE), количества переменных, участвующих в

модели, и т.д.), для зависимой переменной Y и ряда независимых переменных X.

Из анализа полученных данных выбираем минимальное значение среднеквадратической ошибки и необходимые коэффициенты регрессионной модели для всех основных переменных, чтобы сформировать наиболее информативный набор переменных, также необходимо определить оптимальный коэффициент регуляризации (параметр), поскольку он играет ключевую роль в исследовании метода «лассо». При использовании метода «лассо» для выбора пара максимальное значение коэффициента детерминации (КД) составляет 0.6793 для обучающей выборки и 0.5821 для проверочной выборки. Данный результат получается при коэффициенте λ = 0,3 (табл. 1).

Таблица 1

Данные для зависимости по пару

λ	Проверочная выборка		Обучающая выборка	
	КД	RMSE	КД	RMSE
0	0	2,89	0,85	1,80
0,1	0,2	2,06	0,78	2,16
0,2	0,44	1,75	0,77	2,26
0,3	0,58	1,71	0,67	2,31
0,4	0,44	1,74	0,74	2,36
0,5	0,44	1,74	0,74	2,39
0,6	0,44	1,75	0,73	2,43
0,7	0,43	1,76	0,72	2,48
0,8	0,42	1,78	0,71	2,54
0,9	0,40	1,80	0,69	2,59
1	0,40	1,81	0,68	2,64

Таблица 2

Сравнение регрессионных моделей ВА по пару

ОБУЧАЮЩАЯ ВЫБОРКА						
Метод	Выборка 1		Выборка 2		Выборка 3	
	RMSE	КД	RMSE	КД	RMSE	КД
Линейная регрессия	1.7799	0.8577	1.5448	0.9060	1.7412	0.8568
Множественная линейная регрессия	1.7826	0.8573	1.5453	0.9060	1.7461	0.8560
Робастная регрессия	1.8001	0.8545	1.5597	0.9042	1.7600	0.8537
Метод «лассо»	2.2613	0.7704	2.2129	0.8072	2.2238	0.7664
ПРОВЕРОЧНАЯ ВЫБОРКА						
Метод	Выборка 1		Выборка 2		Выборка 3	
	RMSE	КД	RMSE	КД	RMSE	КД
Линейная регрессия	2.6538	0	11.7367	0	2.6326	0
Множественная линейная регрессия	2.9596	0	11.6248	0	2.8277	0
Робастная регрессия	2.9058	0	11.3881	0	2.7550	0
Метод «лассо»	1.7166	0.4634	3.3784	0	1.7564	0.2058

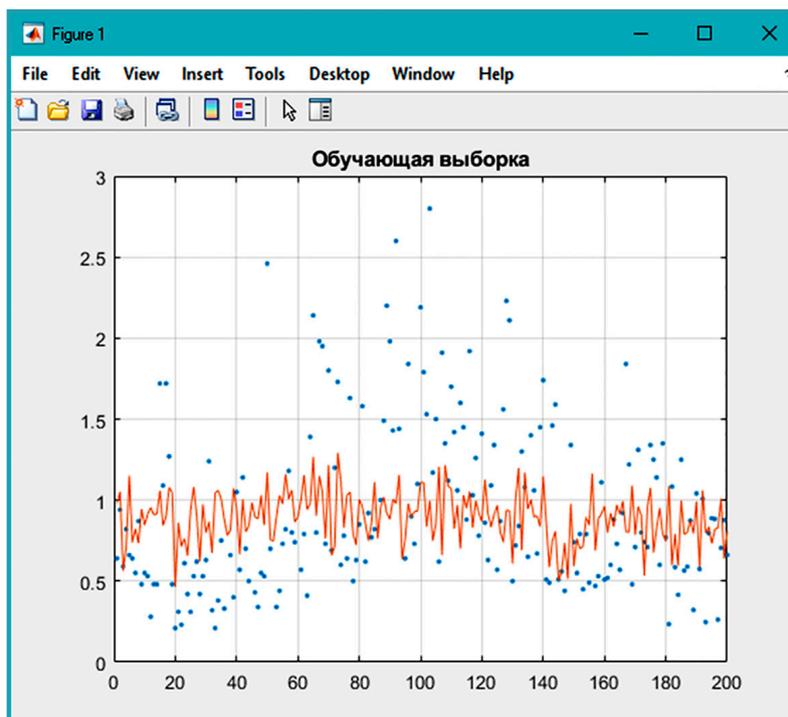


Рис. 1. Показания ВА и лаб. данных на обучающей выборке (пар)

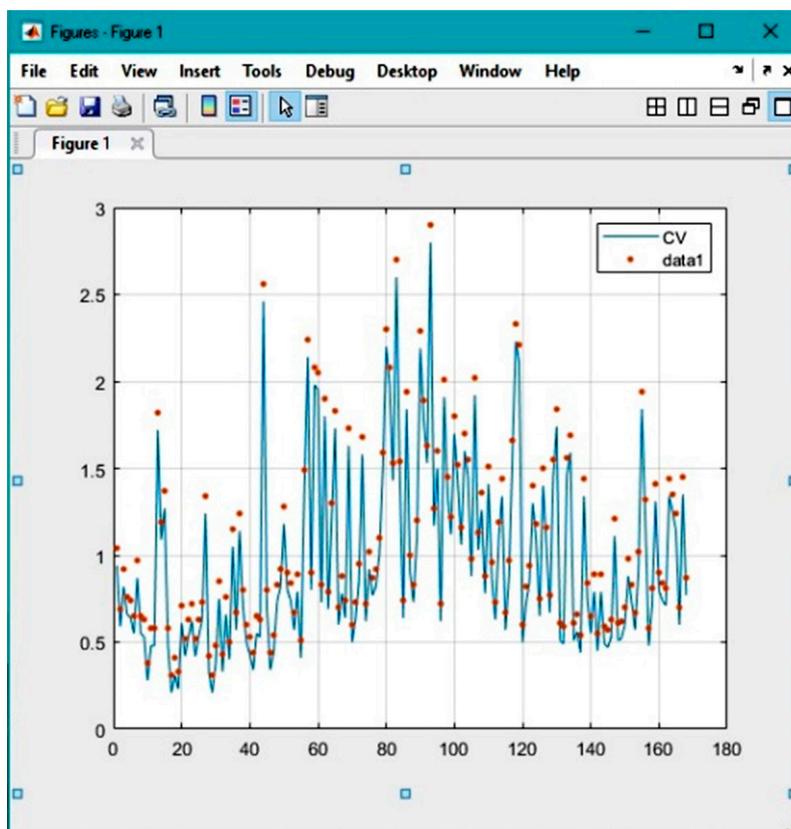


Рис. 2. Показания ВА и лаб. данных на проверочной выборке (пар)

Применяя метод «лассо» к набору данных, получаем, что наилучшее значение коэффициента детерминации (КД) составляет 0.7913 для обучающей выборки и 0.4962 для проверочной. Данный результат получается при коэффициенте $\lambda = 0.5$.

При разработке виртуального анализатора приоритетным является качество работы модели на валидационной выборке. Для рефлюкса максимальное значение КД составляет 0,7704 в обучающей выборке и 0,4634 в проверочной выборке. Эти показатели получены с использованием метода «лассо».

Сравнивая методы, видим, что метод «лассо» снижает качество модели на обучающей выборке, но повышает его на валидационной выборке до удовлетворительного уровня для дальнейшей работы с виртуальным анализатором (табл. 2).

Работа модели, основанной на методе «лассо», представлена на рисунках 1 и 2. На рисунке 1 данные для пара, полученные при помощи модели, обозначены оранжевым цветом, а на рисунке 2 – синим цветом.

Выводы

В процессе исследования были выделены ключевые моменты, связанные с улучшением эффективности управления технологическим процессом через применение ВА. Важно осознать, что существует множество различных подходов к управлению процессом ректификации, уже исследованных профессионалами из различных сфер. Одним из основных недостатков существующих подходов является их низкая точность и отсутствие оперативности.

Благодаря передовым компаниям, занимающимся автоматизацией систем управления технологическими процессами (АСУ ТП), открываются новые перспективы для эффективного управления производством. Важно отметить, что даже небольшой объем информации может оказаться ключевым для создания модели и оптимизации процессов на предприятии. Важным моментом становится не только применение технологий, но и правильное их адаптирование для конкретной ситуации, что позволит повысить эффективность и улучшить результативность управления процессами на предприятии.

Инновационные технологические улучшения в области управления технологическими процессами играют ключевую роль в современной промышленности. Благодаря виртуальному анализатору с функцией оптимизации на предприятии появилась возможность существенно увеличить производительность и эффективность технологического процесса.

Эффективность внедрения таких инноваций демонстрируется изменениями показателей целевого значения до и после использования системы управления технологическими процессами. Прирост производства значительный – от единиц до десятых долей процента. Это трансформируется в тысячи тонн дополнительной продукции в год, что немедленно отражается на финансовых показателях компании.

Следующим этапом развития является разработка адаптивного виртуального анализатора для создания более совершенной системы управления. Это позволит обеспечить более тщательный контроль над технологическим процессом в режиме реального времени, даже при возможных сбоях в лабораторных и онлайн-анализаторах. Работы в этом направлении позволят повысить эффективность действующих механизмов управления и принесут новые технологические возможности предприятию.

Список литературы

1. Баширов М.Г., Акчурин Д.Ш., Костиков И.И., Николаев К.Г. Учебный имитационно-моделирующий комплекс на основе ПЛК БАЗИС-100 // Автоматизация в промышленности. 2021. № 9. С. 30-35.
2. Виноградов В.М., Черепухин А.А. Автоматизация технологических процессов и производств. Введение в специальность: учебное пособие. М.: Форум, ИнфраМ, 2014. 192 с.
3. Мусаев А.А. Виртуальные анализаторы: концепция построения и применения в задачах управления непрерывными технологическими процессами // Автоматизация в промышленности. 2003. № 8. URL: <https://avtprom.ru/virtualnye-analizatory-kontseptsiya-post> (дата обращения: 14.04.2024).
4. Баврина А.П., Борисов И.Б. Современные правила применения корреляционного анализа // В помощь исследователю. 2021. № 3. С. 70-79.
5. Вережкин А.П. Реализуемость систем «продвинутого» управления и обеспечения безопасности на производствах ТЭК // Нефтегазовое дело. 2014. № 12-2. С. 133-139.
6. Сотскова Е.Л., Головлева С.М. Основы автоматизации технологических процессов переработки нефти и газа. М.: Издательский центр «Академия», 2014. 304 с.
7. Никитин Д.А., Цыбин Д.Е., Хафизов А.М., Юсупова И.Г., Сафин Э.М. Разработка виртуальных анализаторов качества системы усовершенствованного управления технологическим процессом реакторного блока установки пентангексановой изомеризации // Южно-Сибирский научный вестник. 2021. № 2. С. 40-46.
8. Колесников В.А. Общая характеристика технологического процесса каталитической изомеризации и задачи его автоматизации // Международный студенческий научный вестник. 2022. № 3. URL: <https://eduherald.ru/ru/article/view?id=20966> (дата обращения: 14.04.2024).
9. Чупарев Е.В. Изомеризация лёгкой бензиновой фракции в колонне реакционно-ректификационного типа: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Санкт-Петербург, 2015. 20 с.
10. Королева А.Н., Бахман В.А., Царегородцев Е.Л. Моделирование процесса изомеризации легких бензиновых фракций в программном пакете Aspen Hysys и анализ полученных результатов // Международный научно-исследовательский журнал. 2023. № 7. URL: <https://research-journal.org/archive/7-133-2023-july/10.23670/IRJ.2023.133.25> (дата обращения: 14.04.2024). DOI: 10.23670/IRJ.2023.133.25.

УДК 681.5:66.011

DOI 10.17513/snt.40038

СПОСОБ ОПТИМИЗАЦИИ ПОДАЧИ АЗОТА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ В ПЕЧЬ ДЛЯ РЕГЕНЕРАЦИИ КАТАЛИЗАТОРА

Баширова Э.М., Вагапов Р.Ф.

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»,

Институт нефтепереработки и нефтехимии, Салават,

e-mail: bashirova-elmira@yandex.ru, vagapov0112robert@gmail.com

Цель настоящего исследования заключается в выработке способа оптимизации подачи азота высокого давления в печь для регенерации катализатора. Рассматриваются конструкции установок каталитического риформинга с непрерывной регенерацией катализатора на примере установки FIN. Из анализа существующих источников сделан вывод о необходимости регулирования расхода азота высокого давления посредством регулирования мощности компрессора. В качестве управляющих параметров приняты расход и концентрация сырья во входном потоке установки риформинга. На основе имитационной модели печи регенерации построена двухконтурная система стабилизации расхода, позволяющая обеспечить многократный выигрыш в быстрой реакции в сравнении с разомкнутыми системами управления и минимальное перерегулирование. При этом в качестве регуляторов в контурах расхода и давления использованы ПИД-регуляторы. Определены передаточные функции регуляторов и показано, что полученная двухконтурная система может быть реализована с применением современных средств локальной автоматики. Применение данного способа позволяет построить автоматизированную систему управления с минимальным расходом катализатора, что позволяет как снизить затраты непосредственно на катализатор, так и снизить количество вредных атмосферных выбросов, что актуально в рамках современной экологической ситуации.

Ключевые слова: риформинг, катализатор, замкнутая система, передаточная функция, перерегулирование, регулятор

A METHOD FOR OPTIMIZING THE SUPPLY OF HIGH-PRESSURE NITROGEN TO THE FURNACE FOR CATALYST REGENERATION

Bashirova E.M., Vagapov R.F.

Ufa State Petroleum Technological University, The Institute of Oil Refining and Petrochemistry,

Salavat, e-mail: bashirova-elmira@yandex.ru, vagapov0112robert@gmail.com

The purpose of this study is to develop a way to optimize the supply of high-pressure nitrogen to the furnace for catalyst regeneration. The designs of catalytic reforming units with continuous regeneration of the catalyst are considered using the example of a fin installation. From the analysis of existing sources, it is concluded that it is necessary to regulate the flow of high-pressure nitrogen by regulating the compressor power. The flow rate and concentration of raw materials in the input stream of the reforming unit are taken as control parameters. Based on the simulation model of the regeneration furnace, a two-circuit flow stabilization system has been built, which allows for multiple gains in performance compared to open control systems and minimal overshoot. At the same time, PID regulators are used as regulators in the flow and pressure circuits. The transfer functions of the regulators are determined and it is shown that the resulting two-circuit system can be implemented using modern means of local automation. The use of this method allows you to build an automated control system with minimal catalyst consumption, which allows you to both reduce the cost of the catalyst itself and reduce the amount of harmful atmospheric emissions, which is relevant in the context of the current environmental situation.

Keywords: reforming, catalyst, closed system, transfer function, regulator, overshoot

Одним из классических и в то же время наиболее перспективных и эффективных методов получения ароматических углеводородов и бензинов высокого качества является каталитический риформинг [1]. В качестве катализатора при риформинге применяются биметаллические и полиметаллические соединения на основе платины и никеля. В процессе риформинга происходит окисление катализатора с ухудшением его свойств. Для поддержания стабильного качества выходных фракций

углеводородов производится регенерация катализатора в печах с продувкой азотом высокого давления. Производство азота осуществляется в установках разделения воздуха. Качество регенерации определяется в основном стабильностью параметров подачи азота в печь [2].

Цель исследования заключается в оптимизации подачи азота в печь для регенерации катализатора для получения стабильного значения температуры и давления потока.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования является процесс каталитического риформинга с непрерывной регенерацией катализатора, разработанный Французским институтом нефти (FIN), схема которого приведена на рис. 1 [1].

Компрессор 1 обеспечивает давление газа для транспортирования катализатора VI, обеспечивая циркуляцию катализатора между регенератором 3 и емкостями для катализатора 4. Продукты риформинга VII поступают на дальнейшее разделение из реакторов 6–9, включенных последовательно. Температура смеси исходного сырья VI и водородсодержащего газа (BCГ) V поддерживается на необходимом уровне в печах 5. Побочные продукты регенерации поступают в сборник 2 и после очистки поступают в состав дымовых и инертных газов, сбрасываемых в атмосферу I.

Стабильность давления азота в печи регенерации 3 является базовой характеристикой, влияющей на необратимый расход катализатора в цикле непрерывной регенерации. При этом в существующих установках, в том числе и в рассматриваемой в настоящем исследовании, регулирование давления осуществляется по разомкнутой схеме с трехступенчатым регулированием производительности компрессора. Поскольку износ катализатора зависит от качества поступающего на риформинг сырья, постоянный расход азота высокого давления, осуществляемый в существующих установках каталитического риформинга, приводит к неравномерной регенерации и, как следствие, повышенному расходу.

В исследовании [2] показано, что взаимосвязь давления азота и мощности компрессора может быть аппроксимирована линейным дифференциальным уравнением первого порядка:

$$\tau \cdot \dot{p} + p = kN,$$

где p – давление азота в системе, атм;

N – электрическая мощность компрессора, кВт;

τ – постоянная времени компрессора, с;

k – коэффициент передачи компрессора, атм/кВт.

Также эмпирически установлены значения коэффициентов

$$k = 0,3 \text{ атм/кВт}, \tau = 18 \text{ с}.$$

Как показывают основные положения теории автоматического управления, скачкообразное изменение мощности компрессора приведет к установлению нового значения давления через время порядка $3\tau = 54$ с, что фактически показывает невозможность оперативной реакции системой управления риформингом на непрерывное изменение концентрации сырья и водородсодержащего газа.

Одним из путей решений данной проблемы, предлагаемым в настоящем исследовании, является введение замкнутого контура регулирования давления в зависимости от концентраций сырья и расхода катализатора через печь регенерации.

При этом процесс подачи азота высокого давления, как объект управления и регулирования, является сложным многосвязным объектом, структурная схема которого показана на рис. 2.

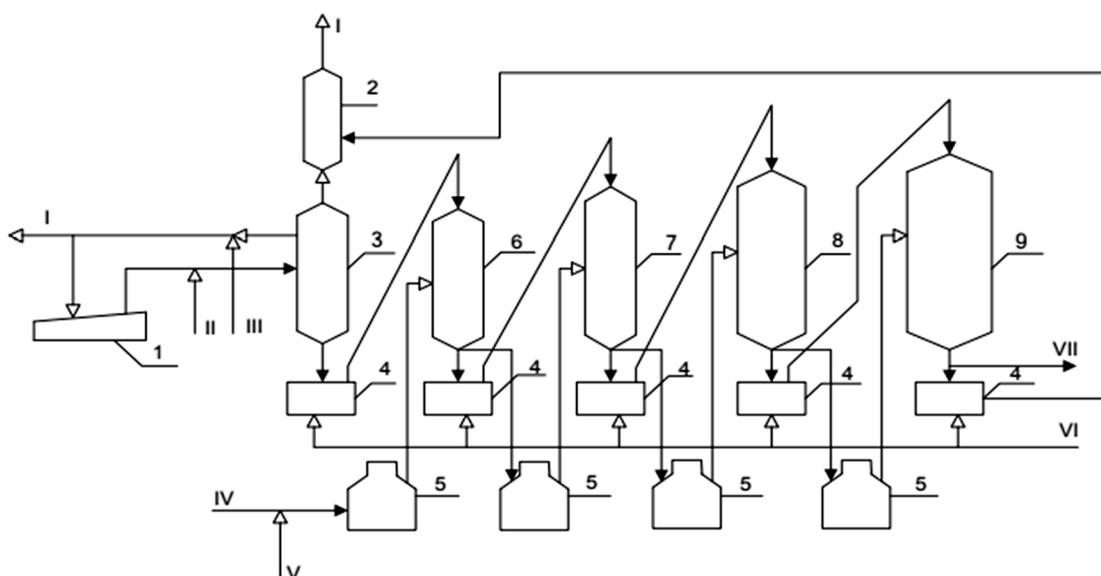


Рис. 1. Принципиальная технологическая схема установки непрерывного риформинга FIN

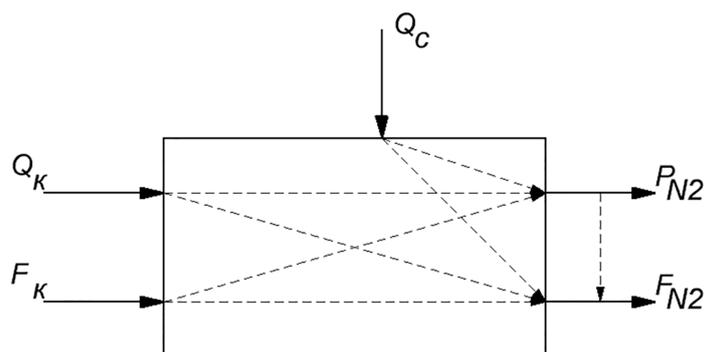


Рис. 2. Структурная схема подачи азота высокого давления как объекта управления

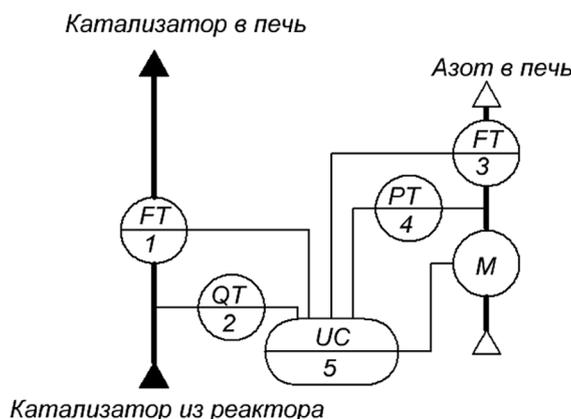


Рис. 3. Функциональная схема автоматизации подачи азота в печь регенерации катализатора

Управляющими воздействиями в предлагаемом алгоритме являются концентрация Q_K и расход F_K катализатора через печь регенерации, а выходными параметрами – давление P_{N_2} и расход F_{N_2} азота в печи. Так как давление и расход находятся в прямой пропорциональности друг от друга, фактически достаточно регулировать давление. Управляющим воздействием в этом случае является электрическая мощность, передаваемая приводу компрессора. Концентрацию углеводородного сырья Q_C , ввиду невозможности оперативного контроля, отнесем к возмущающим воздействиям. Измерение концентрации катализатора Q_K на настоящий момент может производиться лабораторными методами и, соответственно, не может контролироваться в непрерывном режиме. Однако ведутся исследования [3], посвященные непрерывному измерению концентрации биметаллических катализаторов, что позволяет сделать предположение о перспективной возможности применения данного параметра в составе наблюдателя системы автоматического ре-

гулирования. С учетом данных положений автоматизированная система подачи азота высокого давления в печь регенерации катализатора может быть представлена в виде функциональной схемы (рис. 3).

Измерение расхода и концентрации катализатора производится с помощью первичных приборов FT поз. 1 и QT поз. 2 соответственно. Показания данных приборов передаются на регулятор UC поз. 5 с целью формирования задающего воздействия на контур регулирования расхода азота высокого давления, образованный расходомером и манометром FT поз. 3 и PT поз. 4 соответственно и компрессором М.

Для регулятора UC могут быть применены различные алгоритмы и законы управления, такие как модальное управление, подчиненное и прогнозное управление, методы с использованием нечеткой логики или же интеллектуальные системы управления на основе нейронных сетей. Тем не менее для регулирования медленных процессов химической и нефтеперерабатывающей промышленности, несмотря на наи-

более частое применение подчиненных систем с ПИД-регуляторами, все большую актуальность приобретают системы автоматического регулирования с регуляторами на основе нечеткой логики. Данный тип регуляторов, несмотря на несколько меньшее быстродействие [4] и большую сложность в реализации, позволяет обеспечивать высокую робастность (нечувствительность к параметрам объекта регулирования).

Процесс разработки нечетких регуляторов состоит в определении множеств, к которым могут относиться входные переменные (расход и давление азота на входе печи регенерации катализатора), их производные и другие величины, влияние которых оценивается за счет экспертных оценок. Распределение весовых значений множества вдоль интервала может производиться как на основе простейших треугольных множеств с максимумом в центре интервала, так и на основе нормально распределенных или лонгнормально распределенных вдоль интервала множеств. Так как на практике реализация систем авто-

матического управления производится на основе микропроцессорных систем, а в то же время реализация сложных распределений требует операций с плавающей точкой для вычисления экспоненциальных зависимостей [5], причем большая часть сигнальных процессоров, реализующих заданный тип управления, не отличается высокой надежностью, ввиду высокой степени интеграции полупроводниковых микросхем [6].

Построение нечеткого регулятора осуществляется на основе имитационного моделирования в среде Matlab. При этом для построения вывода использованы 4 переменные – значения давления и расхода азота, а также их производные. Интервалы изменения построены на нормированном промежутке [-1; 1], в том же интервале строятся интервалы выходной координаты (рис. 4). С целью обеспечения линейности результата использованы треугольные нечеткие множества. Нечеткий вывод разработанного регулятора осуществляется на основе соотношений (1)–(5):

$$(u1 : mf2 \cap u1 : mf3) \cup u2 : mf1 \cup u3 : mf1 \cup u4 : mf1 \rightarrow dF : mf1 \quad (1)$$

$$u2 : mf1 \cup u3 : mf1 \cup u4 : mf1 (u2 : mf2 \cap u2 : mf3) \rightarrow dF : mf2 \quad (2)$$

$$u3 : mf1 \cup u2 : mf2 \cup u2 : mf2 (u3 : mf1 \cap u2 : mf2) \rightarrow dF : mf3 \quad (3)$$

$$f1 : mf1 \cup u2 : mf2 \cup u2 : mf2 (u3 : mf1 \cap u2 : mf2) \rightarrow dF : mf4 \quad (4)$$

$$f1 : mf1 \cup f2 : mf1 \cup u2 : mf2 \cup u2 : mf2 \rightarrow dF : mf5 \quad (5)$$

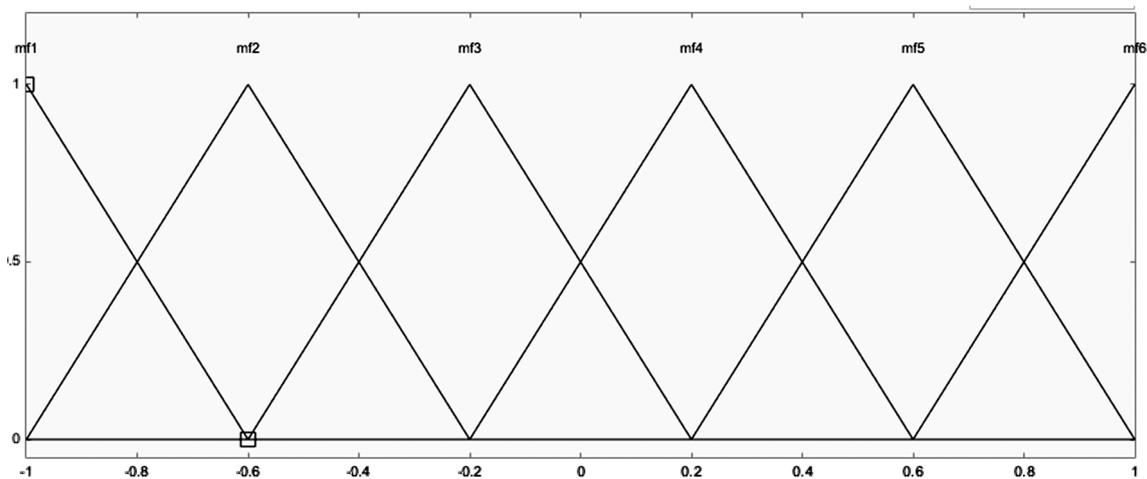


Рис. 4. Распределение по нечетким треугольным множествам входных и выходных координат модели

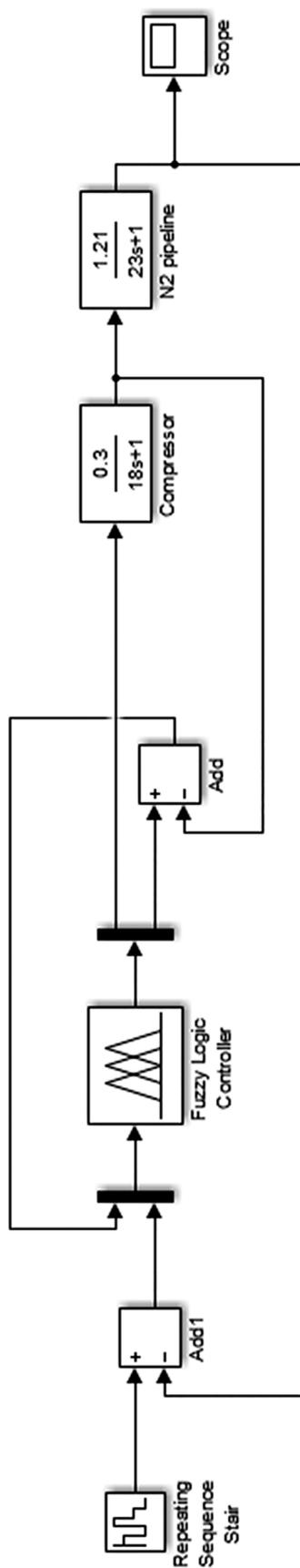


Рис. 5. Имитационная модель нечеткого регулятора подачи азота высокого давления в печь для регенерации катализатора

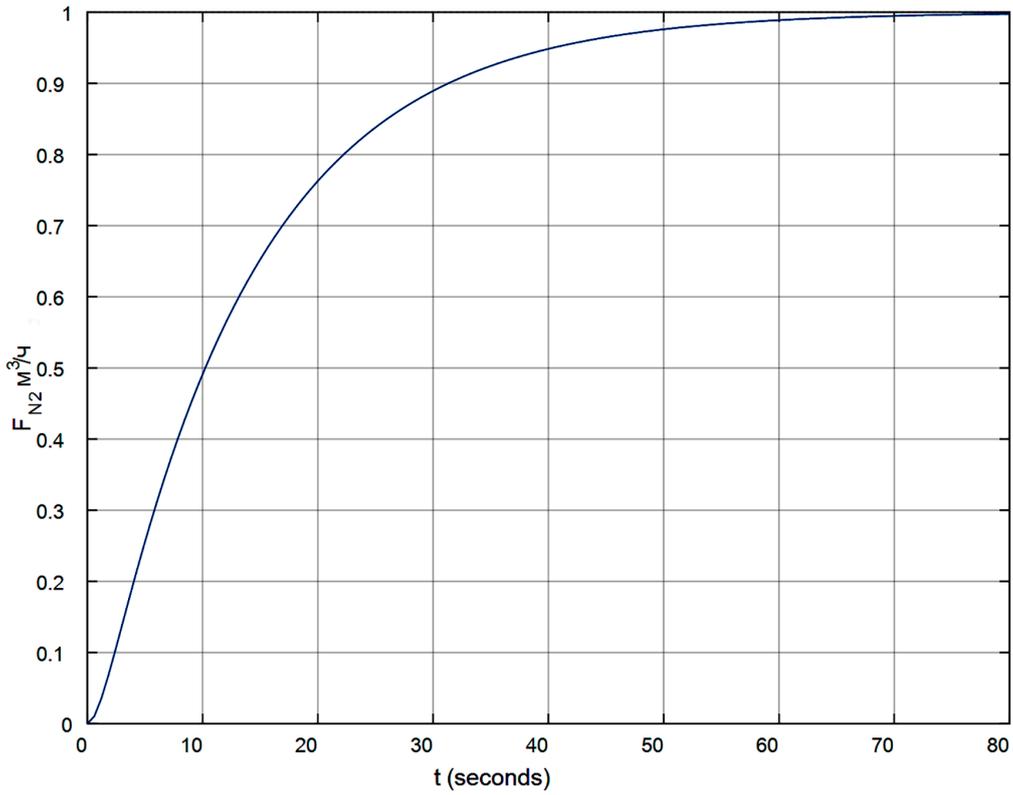


Рис. 6. Переходный процесс подачи азота высокого давления

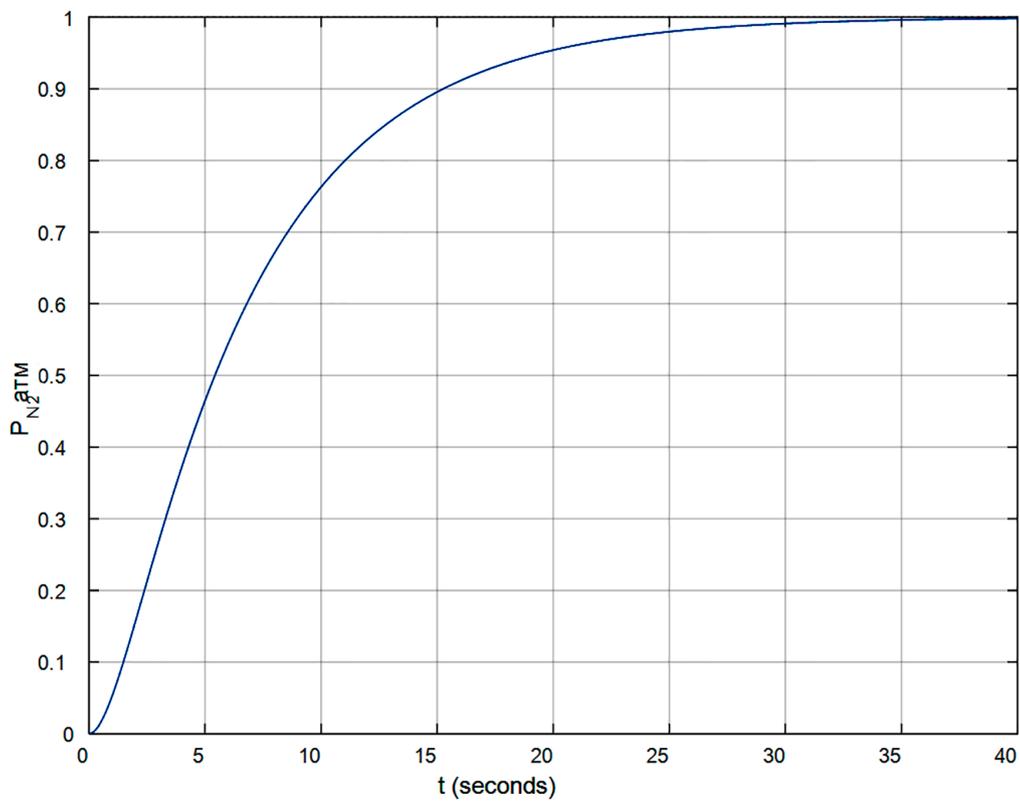


Рис. 7. Переходный процесс давления азота

Вывод производился на основе минимаксного вывода [7], с применением средств Matlab. Схема имитационной модели приведена на рис. 5. В модели использована двухконтурная система с обратными связями по давлению, создаваемому компрессором (выход блока Compressor) и расхода азота высокого давления (выход блока N2 pipeline). Расогласования давления и расхода подаются на входы нечеткого регулятора (Fuzzy Logic Controller), формирующего уставки расхода и давления для объекта регулирования.

Как видим из результата моделирования, время установления необходимого расхода азота в печь высокого давления не превышает 1 мин и происходит без перерегулирования (по аperiодическому закону).

Результаты исследования и их обсуждение

Предложенный оптимизированный способ подачи азота высокого давления в печь для регенерации катализатора позволяет обеспечить десятикратный выигрыш в быстродействии и может быть использован для минимизации потерь катализатора при регенерации [7, 8]. Предлагаемая система с достаточной скоростью реагирует на изменение сигналов управления от внешней АСУ ТП печи регенерации катализатора и не накапливает статическую ошибку. Полученные результаты позволяют сформировать автоматизированную систему регулирования расхода азота, которая может принимать в качестве сигналов управления сигналы от внешней АСУ, формируемые на основе многих факторов технологического процесса риформинга, так и на основании показателей работы нефтеперерабатывающего предприятия в целом. При этом за счет высокого быстродействия предложенной системы, в качестве регулятора внешнего контура управления может выступать как экспертная система, так и человек-оператор, поскольку процесс изменения состава сырья для риформинга является инерционным с постоянной времени порядка десятков ми-

нут, в связи с чем реакции опытного технолога вполне достаточно для своевременного корректирования значения расхода. Давление в системе (рис. 7) устанавливается за 35 с и происходит без перерегулирования, что обеспечивает высокое быстродействие внутреннего контура.

Заключение

В ходе настоящего исследования рассмотрены факторы, влияющие на процесс регенерации катализатора в установке каталитического риформинга углеводородов и построена система регулирования подачи расхода с нечетким регулятором. Предложенная система может быть использована для построения замкнутой системы управления, реализующей минимальный расход катализатора.

Список литературы

1. Ваулин А.С. Разработка системы управления процессом каталитического риформинга // Национальная ассоциация ученых. 2018. № 9 (36). С. 32–34.
2. Ганцев А.В., Аюпов Э.Р. Применение цеолитсодержащего катализатора в процессе каталитического риформинга // Universum: химия и биология. 2019. № 12 (66). С. 65–67.
3. Кокуев А.Г., Рязяпов С.В. Обеспечение достоверной информации АСУ ТП на установке каталитического риформинга // Аллея науки. 2020. Т. 2. № 6 (45). С. 952–954.
4. Куанов Р.С. Технологический процесс каталитического риформинга // Синергия Наук. 2019. № 41. С. 336–345.
5. Николаев С.А., Руссавская Н.В. Анализ работы и путей модернизации блока воздушного охлаждения установки каталитического риформинга легкой прямогонной нефти // Современные технологии и научно-технический прогресс. 2019. Т. 1. С. 63–64.
6. Патент № 2765372 С1 Российская Федерация, МПК C10G 35/04, C10G 59/02, C10G 59/06. Способ и система риформинга нефти: № 2020121562; заявл. 02.01.2019; опубл. 28.01.2022 / Д.М. Хайзенберг, В.Д. Макгахи; заявитель ШЕВРОН ФИЛЛИПС КЕМИКАЛ КОМПАНИ ЭлПи.
7. Шевляков Ф.Б., Тимербулатова Г.Ш. Проведение процесса олигомеризации бутан-бутиленовой фракции, содержащей бутадиен // Нефтегазовое дело. 2022. № 2. С. 155–173. DOI: 10.17122/ogbus-2022-2-155-173.
8. Кулакова Е.С., Рамазанова Ю.Р. Разработка метода управления процессом каталитического риформинга // Нефтегазовое дело. 2022. № 6. С. 264–277. DOI: 10.17122/ogbus-2022-6-264-277.

УДК 530.145:658.3:621.391
DOI 10.17513/snt.40039

ПОСТРОЕНИЕ ОНТОЛОГИИ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ ФАКТОРИНГОВЫХ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ КВАНТОВЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

Боряев Р.О., Чуваков А.В.

*ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», Самара,
e-mail: r.boryaev@gmail.com*

В силу непрерывного роста российского рынка факторинговых продуктов участники данного рынка сталкиваются с необходимостью получения конкурентных преимуществ, в том числе за счет использования новых подходов в области управления. Комплексное использование методов управления организационными системами и использование инновационных подходов и технологий может быть использовано в качестве инструмента по получению данных преимуществ перед конкурентами. В данной статье уделено внимание управлению рисками при принятии решений в сфере факторинга. В качестве рисков рассматриваются неблагоприятные показатели компаний клиентов, попадание в санкционные списки, данные страховых и рейтинговых агентств и иные значимые финансовые показатели. Рассматривается возможность расширить существующий подход к построению автоматизированных информационных систем поддержки принятия факторинговых решений дополнительным модулем по оценке достоверности входящей информации. Акцентируется внимание на невозможности построения такого рода системы на основе классических алгоритмов. Предлагается применение квантовых вычислений для модуля по оценке достоверности входящей информации. Проанализирована структура входящей информации, необходимая для реализации поставленной задачи. Разработана онтология для формализации описания архитектуры данной информационной системы. Описаны общие принципы, которые будут применены для построения модуля по оценке достоверности входящей информации.

Ключевые слова: автоматизированные информационные системы, факторинг, квантовые вычисления, квантовый метод Монте-Карло, онтология, база знаний

CONSTRUCTION OF AN ONTOLOGY FOR A SYSTEM TO SUPPORT FACTORING DECISIONS BASED ON QUANTUM COMPUTING

Boryaev R.O., Chuvakov A.V.

Samara State Technical University, Samara, e-mail: r.boryaev@gmail.com

Due to the continuous growth of the Russian factoring products market, participants in this market are faced with the need to obtain competitive advantages, including through the use of new approaches in the field of management. The integrated use of methods for managing organizational systems and the use of innovative approaches and technologies can be used as a tool to obtain these advantages over competitors. This article focuses on risk management when making decisions in the field of factoring. Risks considered include unfavorable performance of client companies, inclusion in sanctions lists, data from insurance and rating agencies, and other significant financial indicators. The possibility of expanding the existing approach to building automated information systems to support factoring decision-making with an additional module for assessing the reliability of incoming information is being considered. Attention is focused on the impossibility of building such a system based on classical algorithms. The use of quantum computing for a module for assessing the reliability of incoming information is proposed. The structure of the incoming information necessary to implement the task was analyzed. An ontology has been developed to formalize the description of the architecture of this information system. The general principles that will be applied to construct a module for assessing the reliability of incoming information are described.

Keywords: automated information systems, factoring, quantum computing, quantum Monte Carlo method, ontology, knowledge base

Особыми видами специализированной управленческой деятельности, выделившись в процессе разделения управленческого труда, являются функции управления. Наиболее простым и доступным для понимания является деление функций управления на две группы: общие и специальные функции, то есть функции по управлению теми или иными объектами организации, в том числе финансами. Важную роль в функции по управлению объектом «финансы» играют современные инструменты по управлению дебиторской задолженностью,

в первую очередь факторинг. В наиболее простом понимании факторинг – это продажа дебиторской задолженности, а точнее передача агентских функций по ее управлению третьей стороне.

Совокупный портфель российского рынка факторинга вырос за последние три года с 0,8 до 1,5 трлн руб., а объем выплаченного финансирования вырос с 3,1 до 5,8 трлн руб. С учетом объема рынка факторинговых операций невозможно представить себе использование данного финансового продукта без частичной или полной автоматизации с

использованием автоматизированных информационных систем (далее – АИС) операций, необходимых для его применения. При этом различными программными комплексами может быть реализована как автоматизация по части учета данных, так и автоматизация алгоритмов принятия факторинговых решений [1].

Наибольшую ценность для предприятия представляет автоматизация алгоритмов принятия факторинговых решений, которая позволяет оперативно принимать решения без привлечения финансовых специалистов и способствует ускорению оборачиваемости финансовых средств, увеличению числа проведенных сделок и позволяет обеспечивать бесперебойные поставки материалов на производства.

В рамках обзора рынка факторинговых решений [2] авторами были рассмотрены различные автоматизированные информационные системы управления факторинговыми операциями, такие как «Контур. Факторинг», «Edisoft Factoring», «САМ». Данные системы позволяют вести учет факторинговых документов, и отдельные из них позволяют принимать факторинговые решения по фиксированной на определенную дату факторинговую комиссию.

В ходе исследования возможностей по улучшению процесса автоматизированного принятия факторинговых решений авторами было сделано предложение по использованию квантового алгоритма Монте-Карло в целях поддержки принятия факторинговых решений.

Метод Монте-Карло используется для моделирования вероятности различных результатов в процессе, который трудно предсказать из-за вмешательства случайных величин [3]. Это метод, используемый для понимания влияния риска и неопределенности. При возникновении значительной неопределенности при составлении прогноза или оценки некоторые методы заменяют неопределенную переменную одним средним числом. Вместо этого моделирование Монте-Карло использует несколько значений, а затем усредняет результаты. Моделирование методом Монте-Карло берет переменную, имеющую неопределенность, и присваивает ей случайное значение. Затем модель запускается и выдается результат. Этот процесс повторяется снова и снова, присваивая много разных значений рассматриваемой переменной. После завершения моделирования результаты усредняются, чтобы получить оценку [4].

С использованием полученных вероятностей авторы могут сделать оценку исходной для принятия факторинговых решений

информации [5]. Данное улучшение позволит существенно снизить привлечение факторинговых специалистов для проведения ручного вмешательства в работу автоматизированной информационной системы, так как, имея оценку степени достоверности входящей информации, авторы смогут большую ее часть обрабатывать в автоматизированном режиме.

В рамках данной статьи предлагаем построить онтологию информационного пространства в системе принятия факторинговых решений, которая позволит динамически описать типовую предметную область в исследуемой авторами автоматизированной информационной системе. В заключительной части статьи предлагаем рассмотреть возможность использования полученной онтологии для принятия решения о возможности использования полученных данных для оценки достоверности входной информации, что позволит в дальнейшем перейти к построению алгоритма работы распределенной информационной системы принятия факторинговых решений с модулем оценки достоверности входной информации на основе квантовой версии алгоритма Монте-Карло.

Материалы и методы исследования

Онтология берет свое начало в философии и с тех пор играет жизненно важную роль в сфере искусственного интеллекта, лингвистики и логики. Ключевым применением онтологии является обмен информацией между людьми, базами данных и приложениями. Онтологии собирают, представляют и моделируют знания предметной области в машиночитаемом виде, чтобы они могли быть поняты, интерпретированы и повторно использованы людьми и машинами одинаково. Основная роль онтологии в области информационных систем заключается в ее использовании в качестве источника знаний для человеческой интерпретации и понимания [6].

Рассмотрим языки описания онтологий. Согласно определению, язык описания онтологий – это формальный язык, который применяется для кодирования онтологий. В данном разделе исследования рассматриваются современные языки описания онтологий. Ниже приведено сравнение этих языков.

Язык RDFS (Resource Description Framework Schema) – это стандартная схема описания ресурсов. Имеет возможность регистрировать информацию о ресурсах, их характеристиках и значимости этих характеристик. RDF не является обязательным стандартом для метаданных.

Преимущества: универсальный метод работы с метаданными, сфокусирован на программном обеспечении как основном получателе информации, индексация без необходимости вмешательства человека.

Недостатки: открытость и расширяемость, возможность формулирования утверждений, лишенных смысла или несоответствующих друг другу

Язык OWL (web ontology language) – глоссарий, который увеличивает ассортимент терминов в рамках RDFS, включает в себя описание классов, свойств и экземпляров. Он представлен в трех вариантах (OWL Lite, OWL DL, OWL Full), где каждый последующий является развитием предыдущего. Существуют характеристики-объекты и характеристики-значения, имеет способность определять сложные аксиомы классов.

Преимущества: наличие аксиом идентичности, поддержка конструкции RDFS, моделирование нечетких знаний.

Недостатки: открытость и расширяемость, способность формировать бессмысленные или несвязанные между собой высказывания.

В отличие от RDFS, OWL позволяет решать, насколько выразительным вы хотите быть, учитывая реалии вычислений. Фактически OWL позволяет вам ограничить параметры моделирования данных теми, которые обеспечивают более быстрые поисковые запросы; те, которые позволяют концептуальное рассуждение; или те, которые можно легко реализовать с помощью механизмов правил.

С точки зрения представления знаний OWL стремится моделировать данные однозначным, понятным для машины способом, чтобы обеспечить совместимость данных и большую автоматизацию. Предоставление разработчикам моделей механизмов проверки своих онтологий на предмет логической согласованности повышает надежность моделей и более глубокую совместимость. Разумеется, по-прежнему можно «говорить что угодно о чем угодно», но OWL предоставляет средства проверки логической непротиворечивости и средства применения ограничений. Также не стоит забывать, что данный язык развивается до сих пор.

При разработке онтологии в рамках данной работы, с учетом вышеизложенного предлагается применить web ontology language и программу Protégé. Преимуществом является возможность работы с онтологиями и логическими связями между данными, а также свободная распространяемость указанной программы, возможно создание семантических связей между различными объектами и концепциями, а также возмож-

ность создавать способы усвоения знаний для представления экземпляров различных классов и их подклассов. Один из главных плюсов данного инструмента заключается в наличии разнообразных плагинов, которые позволяют его настроить для редактирования моделей, сохраненных в различных форматах.

Для построения онтологии предлагается применять ручной метод, который предполагает прямую сборку элементов онтологии. Согласно данному подходу, для разработки онтологии необходимо сначала отобрать и классифицировать основные понятия, из которых будет она состоять, а затем установить соответствия между ними. Первым шагом предлагается определить таксономию (структуру понятий в виде иерархии, основанной на вложенности) [7, 8]. Для этого авторами был определен набор понятий, которые будут включены в эту иерархию.

Компания (Company) – представляет собой одного из контрагентов факторинговых отношений, то есть может выступать в роли как покупателя (buyer), так и продавца (seller) в факторинговой сделке. При проведении различных сделок человек может одновременно выступать как продавцом, так и покупателем.

Свойства Компании:

Название (Name) – официальное название компании, строковый тип.

Адрес (Address) – представление адреса Компании.

Страна (Country) – подсвойство адреса, страна, где указан юридический адрес Компании, строковый тип.

Город (City) – подсвойство адреса, город, в котором расположен юридический адрес Компании, строковый тип.

Улица (Street) – подсвойство адреса, улица на месте, где указан юридический адрес Компании, строковый тип.

Номер дома (HouseNumber) – подсвойство, местоположение дома по указанному адресу на улице, где находится юридический адрес Компании, числовой тип.

Литера (HouseSubNumber) – подсвойство адреса, литера дома на улице, где указан юридический адрес Компании, строковый тип.

Форма собственности (LegalForm) – форма собственности компании в кодировке ISO 20275:2017, строковый тип.

Идентификационный номер (IdentNumber) – представление. уникальный идентификатор компании в различных классификационных системах.

Тип классификатора (IdentType) – подсвойство Идентификационного номера, вид классификатора, строковый тип.

Номер в классификаторе (Number) – под-свойство Идентификационного номера, номер в рамках классификатора, строковый тип.

Покупатель (Buyer) – представляет собой организацию, принимающую участие в факторинговой сделке в роли клиента.

Свойства Покупателя:

Название (Name) – наименование профиля клиента для проведения факторинговой операции, строковый тип.

Валюта (Currency) – валюта аккаунта покупателя, где осуществляются факторинговые операции, в ISO 4217, строковый тип.

Продавец (Seller) – это организация, которая выступает в роли продавца в факторинговой сделке.

Свойства Продавца:

Название (name) – название аккаунта продавца для факторинговой сделки, строковый тип.

Аналогичным образом определены свойства остальных понятий:

Факторинговый аккаунт (Seller Buyer Account – SBA) – класс, представляющий собой аккаунт участники факторинговой сделки – клиент и поставщик.

Одобренный лимит (Granted limit) – лимит денежных средств, застрахованный для Компании в рамках договора фактора со страховой компанией.

Человек (Person) – базовый класс для представления индивида, представленного в разных ролях в качестве аффилированного лица, организация, принимающая участие в факторинговой сделке.

Должностное лицо (Functionary) – подкласс класса Человек, представляющий должностные лица компании, требуемые для проведения анализа компании.

Официальный представитель (LegalRepresentative) – подкласс класса Человек, лица, которые способны выступать от их имени в судебных процессах.

Промежуточные бенефициарные владельцы (Intermediate beneficial owners – IBO) – подкласс класса Человек, представляющие лица, которые владеют менее 25% долей компании, либо имеют менее 25%, принимая решение на собрании собственников, важно учитывать мнение всех участников в компании, либо получают менее чем 25% общего дохода, генерируется от основной деятельности компании.

Конечный бенефициарный владелец (Ultimate beneficial owners – UBO) – подкласс класса Человек, представляющие лица, лица, обладающие не менее чем 25% акций компании, имеют право на не менее 25% голосов при принятии решений на собраниях акционеров и получают не менее 25% доходов от деятельности компании.

Результат скрининга (ScreeningResult) – класс, представляющий обобщенный результат произведенного анализа, касающегося представителя группы Людей.

Совпадение со списком (ScreeningHit) – класс, сообщение о том, что человек находится в одном из запретных районов, списков.

Результаты исследования и их обсуждение

Полученный результат в программе Protégé на рис. 1.

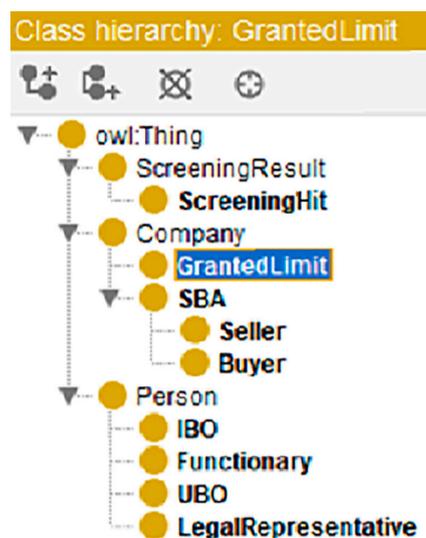


Рис. 1. Иерархия классов

Определим связи между описанными выше понятиями.

Факторинговый аккаунт связан связью один к одному с Покупателем и Продавцом. Компания имеет прямую связь с каждым покупателем. Продавец находится в прямой связи с Компанией. Компания связана связью один ко многим с Одобренным лимитом, Должностным лицом, официальным представителем, а также промежуточным лицом, бенефициарным владельцем, Конечным бенефициарным владельцем. Должностное лицо связано связью один ко многим с Результатом скрининга. Официальный представитель связан связью, результат скрининга показывает соответствие одного к другому. Промежуточный бенефициарный владелец связан связью одному исследованию со множеством результатов скрининга. Конечный бенефициарный владелец связан связью один ко многим с процедурой скрининга. Результат скрининга связан связью один ко многим с Совпадением со списком. Полученная онтология представлена на рис. 2.

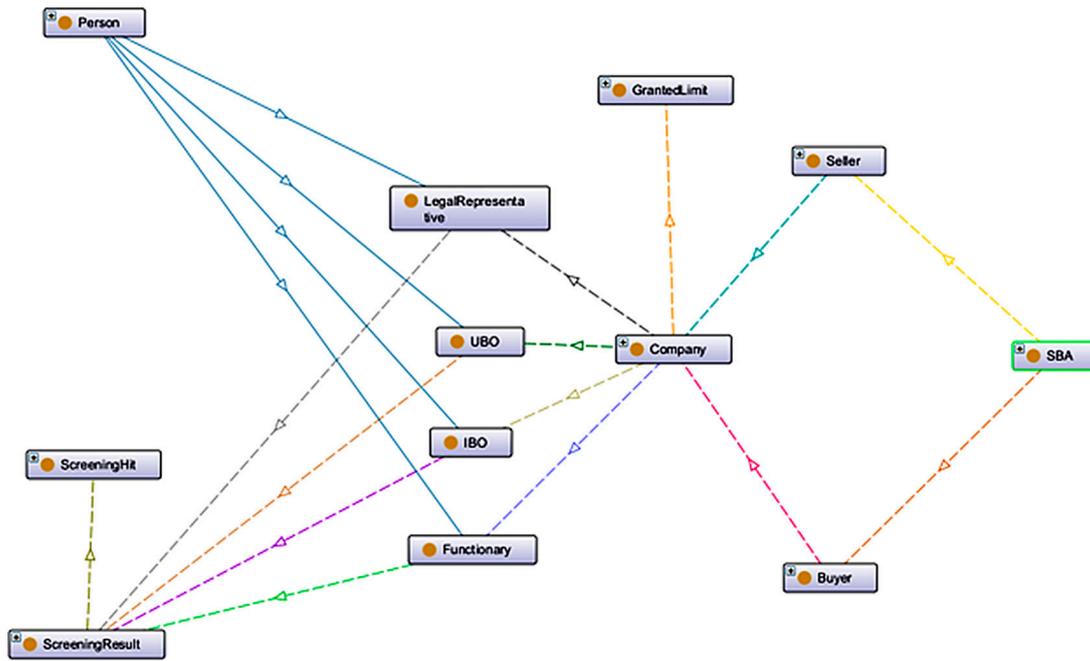


Рис. 2. Онтология факторингового процесса

Так как онтологическая модель реализована с использованием web ontology language, были использованы запросы Query (class expression) для того, чтобы установить, какие входные параметры влияют на размер рассчитанной комиссии. Таким образом, появляется возможность получать рекомендации по корректировке значений входных параметров для обеспечения возможности проведения факторинговых сделок. Данная онтология на следующем этапе нашей работы будет использована при создании архитектуры информационной системы поддержки принятия факторинговых решений. Она позволит эффективно использовать получаемые от сторонних рейтинговых систем данные для расчета комиссии индивидуально для каждой отдельной факторинговой сделки.

В дальнейшем планируется создание модуля оценки достоверности входной информации на основе квантовой версии алгоритма Монте-Карло. Обсудим основные моменты реализации данного модуля. Примем за значения входного параметра некоторую величину l , полученного входным интерфейсом АИС, а за реальное значение данного параметра примем величину l' . Тогда можно сказать, что надежностью данного параметра будет выражение $|l - l'|$.

Определение текущей величины l' в условиях постоянного изменения данного параметра в реальных условиях сильно затруднено. Поэтому предлагается метод определения надежности через корреляцию

l с характерным диапазоном значений входной величины. Введем экспертную интервальную оценку диапазона l

$$L_{\text{хар}} = [l_{\text{min}}, l_{\text{max}}]. \quad (1)$$

Таким образом, можно обозначить величину сравнения входного параметра l с границей $L_{\text{хар}}$ как оценку достоверности входного параметра P (значение параметра P в момент времени t можно представить интервалом $P_t = [p_t - a, p_t + a]$, где p_t – значение параметра в настоящий момент времени, $a > 0$ – величина, характеризующая неопределенность параметра).

Получим функцию $P(l, L_{\text{хар}})$:

$$P(l, L_{\text{хар}}) = \begin{cases} 0, & l - a > l_{\text{max}} \text{ or } l + a < l_{\text{min}} \\ 1, & l - a > l_{\text{min}} \text{ and } l + a < l_{\text{max}} \\ \frac{l + a - l_{\text{min}}}{2a}, & l - a \leq l_{\text{min}} \\ \frac{l_{\text{max}} - (l - a)}{2a}, & l + a \geq l_{\text{max}} \end{cases} \quad (2)$$

которая показывает вхождение нечеткой величины l , и с помощью нее можно определить надежность входного параметра АИС l . Достоверность значения величины $P(l, L_{\text{хар}})$ определяется вхождением L в $L_{\text{хар}}$ на интервале от 0 до 1.

Таким образом, авторы получают два возможных значения достоверности 0 и 1 (надежный и ненадежный), которым соответствуют функции $P(l, L_{\text{хар}})$ и $1 - P(l, L_{\text{хар}})$ [9].

На рис. 3 представлен вариант интерпретации достоверности.

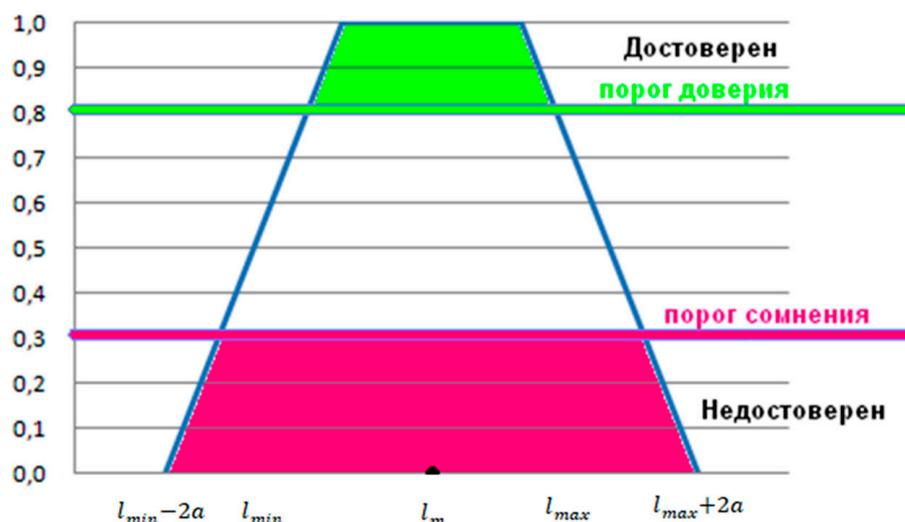


Рис. 3. Интерпретация оценки достоверности

Используется порог доверия и сомнения: $p_{trust}, p_{doubt} \in [0, 1], p_{trust} > p_{doubt}$
В результате получаем

$$M(y) = \begin{cases} P(l, L_{xap}) \geq p_{trust} : \text{достоверно} \\ P(l, L_{xap}) < p_{doubt} : \text{недостоверно,} \\ p_{doubt} \geq P(l, L_{xap}) > p_{trust} : \text{сомнительно.} \end{cases} \quad (3)$$

Для определения L_{xap} предлагается использовать оценку методом Монте-Карло. Так как метод расчета должен работать в режиме реального времени, целесообразно использовать квантовую версию данного алгоритма, эффективность работы которого рассматривалась ранее [2].

Практическая значимость применения данного решения заключается в снижении частоты привлечения экспертной оценки, что увеличивает скорость принятия решения, а значит, увеличивает оборачиваемость привлекаемых средств и положительно влияет на производственные возможности компаний, использующих данное решение для получения факторинговых услуг. В рассмотренных выше АИС данная возможность отсутствует, что означает необходимость ручного принятия экспертных решений в отношении достоверности получаемой информации.

Заключение

В ходе работы авторами были предложены критерии отбора понятий для онтологии, проведены исследования в рамках предметной области процесса принятия

факторингового решения в отношении бизнес-аккаунта продавец-покупатель на основе входящей информации от рейтинговых агентств и страховании текущего кредитного лимита в условиях неопределенности достоверности входящей информации. Авторы рассмотрели, каким образом можно организовывать онтологии. Представлен анализ актуальных программных средств по работе с онтологией. Был произведен выбор программного средства для разработки онтологии, проведена работа по созданию онтологической базы знаний для указанного выше бизнес-процесса. В результате нашего исследования была показана техническая возможность применения полученной онтологии для принятия решения о возможности использования полученных данных для оценки достоверности входной информации, что позволяет начать работу по построению алгоритма работы распределенной информационной системы принятия факторинговых решений с модулем оценки достоверности входной информации на основе квантовой версии алгоритма Монте-Карло.

В дальнейшем предлагается перейти к построению принципиальной схемы распределенного приложения, включающего модуль на основе квантовых вычислений для моделирования вероятности различных результатов в процессе, модуля оценки достоверности входной информации, а также модуля имплементирующего процесс принятия факторингового решения на основе технологии BPMN (нотация и модель бизнес-процессов) в реализации фреймворка Camunda.

Список литературы

1. Боряев Р.О., Чуваков А.В. Квантовые вычисления в автоматизированных системах управления факторинговыми операциями // Прикладная математика и информатика: современные исследования в области естественных и технических наук: материалы IX Международной научно-практической конференции (г. Тольятти, 18–20 апреля 2023 г.). Тольятти: Издательство Тольяттинского государственного университета, 2023. С. 407–412.
2. Боряев Р.О., Чуваков А.В. Квантовые вычисления в автоматизированных системах управления факторинговыми операциями // Вестник СамГТУ, Технические науки. 2023. № 2. С. 6–19.
3. Копыльцов А.А., Копыльцов А.В. От парадигмы императивного программирования к парадигме квантовых вычислений и далее // Современное программирование: материалы III Международной научно-практической конференции (Нижевартовск, 27–29 ноября 2020 г.). Нижевартовск: Издательство Нижевартовского государственного университета, 2021. С. 8–9.
4. Johansson S. Efficient Monte Carlo Simulation for Counterparty Credit Risk Modeling // Degree project in mathematics, KTH Royal Institute of Technology. 2019.
5. Мясников А.А. Анализ данных в управлении рисками факторинга // Математическое и компьютерное моделирование в экономике, страховании и управлении рисками. 2018. № 3. С. 224–227.
6. Грегер С.Э., Поршнев С.В. Построение онтологии архитектуры информационной системы // Фундаментальные исследования. 2013. № 10. С. 2405–2409.
7. Карин С.А. Построение предметно-ориентированной онтологии в системах обработки пространственных данных // Моделирование систем и процессов. 2014. № 4. С. 78–84.
8. Еремеев А.П., Ивлеев С.А. Построение онтологии на основе нереляционной базы данных для интеллектуальной системы поддержки принятия решений медицинского назначения // Программные продукты и системы. 2017. № 4. С. 739–744.
9. Захарченко В.Е. Оценка достоверности значений параметров АСУТП с помощью синхронных моделей // Проблемы управления. 2010. № 2. С. 61–68.

УДК 658.5.012.7

DOI 10.17513/snt.40040

К ВОПРОСУ ОБ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Вальнев В.В., Котелева Н.И.

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II»,
Санкт-Петербург, e-mail: KotelevaNI@pers.spmi.ru

В работе рассматривается направление автоматизации технического обслуживания и ремонта оборудования на предприятиях топливно-энергетического комплекса. В области технического обслуживания и ремонта на протяжении многих лет наблюдается ряд проблем, как технических, так и организационных, снижение влияния которых во многом облегчит управление производственными ресурсами предприятия. Описаны основные проблемы, которые возникают при управлении производственными процессами в области технического обслуживания и ремонта оборудования. Рассмотрены отечественные производители систем управления техническим обслуживанием и ремонтом. Предложено направление разработки архитектуры систем управления техническим обслуживанием и ремонтом для снижения влияния описанных проблем на показатели эффективности предприятия. Рассмотрено применение системы мониторинга в ремонтной зоне, выполняющей идентификацию производственных процессов ремонта оборудования с целью автоматизированного составления отчетов о выполненных ремонтных работах и контроля технологической карты ремонта оборудования. В заключение сформулированы эффекты от внедрения системы мониторинга процессов технического обслуживания и ремонта, которые позволят контролировать состояние оборудования как во время эксплуатации, так и во время ремонта.

Ключевые слова: автоматизация, техническое обслуживание и ремонт, система управления, управление производством, цифровизация, жизненный цикл

TO THE QUESTION OF AUTOMATION OF MAINTENANCE AND REPAIR OF INDUSTRIAL EQUIPMENT

Valnev V.V., Koteleva N.I.

¹Empress Catherine II Saint Petersburg Mining University, Saint Petersburg,
e-mail: KotelevaNI@pers.spmi.ru

The paper considers the direction of automation of equipment maintenance and repair at industrial enterprises. The purpose of the work is to describe the conceptual approach to increasing the level of automation of production processes and resources of maintenance and repair of industrial equipment at enterprises of the fuel and energy complex. In the field of maintenance and repair for many years there are a number of problems, both technical and organizational, reducing the impact of which will greatly facilitate the management of production resources of the enterprise. The main problems that arise in the management of production processes in the field of maintenance and repair of equipment are described. Domestic manufacturers of maintenance and repair management systems are considered. The direction of development of architecture of control systems of maintenance and repair for reduction of influence of the described problems on indicators of efficiency of the enterprise is offered. The application of the monitoring system in the repair area, which performs the identification of production processes of equipment repair for the purpose of automated reporting on completed repair work and control of the technological map of equipment repair is considered. In the conclusion the effects from the implementation of the monitoring system of maintenance and repair processes are formulated, which will allow to control the state of the equipment both during operation and during repairs.

Keywords: automation, maintenance and repair, control system, production management, digitalization, life cycle

Сегодня предприятия топливно-энергетического комплекса (ТЭК) формируют более 20% валового внутреннего продукта (ВВП) [1, 2]. В связи с этим обеспечение благоприятных условий для функционирования производственных и бизнес-процессов в ТЭК – заметный фактор социально-экономического развития [3]. Промышленные предприятия сталкиваются с различными ограничениями в своей деятельности. Согласно аналитике Российского союза промышленников и предпринимателей, главным ограничением в 2023 году для 40% респондентов, основными представителями которых являются участники предприятий

ТЭК, стало ухудшение условий поставки сырья и комплектующих [4]. Около четверти компаний отметили проблемы в сфере логистики. При этом повышение эффективности деятельности руководители компании связывают, в первую очередь, с сокращением расходов, внедрением энергосберегающих технологий и импортозамещением [4]. Сокращение расходов в основном направлено на административные и общехозяйские нужды [4]. Ключевые направления Российской Федерации в области поддержки промышленных предприятий ТЭК предполагает импортозамещение и создание наукоемких технологий.

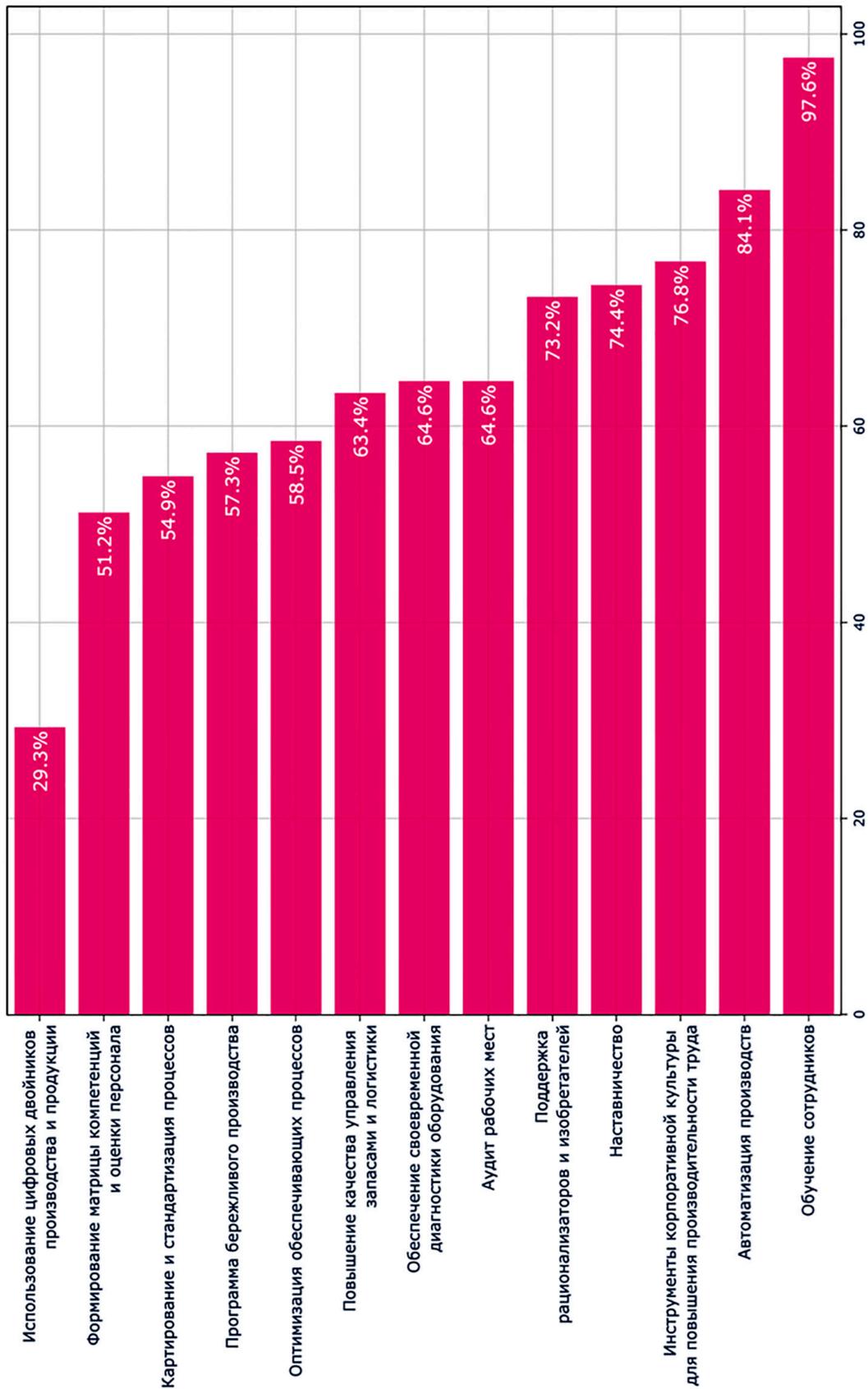


Рис. 1. Направления для повышения производительности труда в компаниях [5]

На рисунке 1 [5] показаны стратегии, за счет которых компании намерены повышать производительность труда. Из перечисленных стратегий большинство компаний заинтересованы в повышении квалификации сотрудников и автоматизации производства.

Более того, согласно данным российской статистики, инвестиции промышленных предприятий в первую очередь ориентированы на автоматизацию производственного процесса и замену изношенной техники и оборудования [6]. Таким образом, особо актуальным является направление автоматизации технического обслуживания и ремонта промышленного оборудования на предприятиях топливно-энергетического комплекса.

Цель исследования – описать концептуальный подход к повышению уровня автоматизации производственными процессами и ресурсами технического обслуживания и ремонта промышленного оборудо-

вания на предприятиях топливно-энергетического комплекса.

Материал и методы исследования

Основными материалами, используемыми при подготовке статьи, являлись научные статьи и официальные сайты Правительства Российской Федерации.

Результаты исследования и их обсуждение

Бесперебойная, надежная и безопасная эксплуатация технологического оборудования является главной задачей для любого промышленного предприятия. Эксплуатация технологического оборудования приводит к износу его элементов, причем как механических, так и электронных компонентов. Для поддержки работоспособного состояния оборудования необходимо проведение технического обслуживания или ремонта.

Таблица 1

Системы управления техническим обслуживанием и ремонтом

Система управления	Пользователь	Отрасль ТЭК
1С: ТОИР	ПАО «Татнефть»	нефтегазовая
	АО «Минудобрения»	химическая
	«Сахалин Энерджи»	нефтегазовая
	ООО «Газпромнефть-Снабжение»	нефтегазовая
	АО «Алматинские электрические станции»	электроэнергетика
	ООО «Хевел»	электроэнергетика
	АО «Сибирская Сервисная компания»	нефтегазовая
	ООО «ЭнергоТехСервис»	электроэнергетика
АО «Уралкабель»	электроэнергетика	
Парус	АО «Сибирская Угольная Энергетическая Компания» (СУЭК)	угольная
	АО «Татэнерго»	электроэнергетика
	ПАО «НГК «Славнефть»	нефтегазовая
Global EAM	ООО «НИКОХИМ»	химическая
	ГУП «Литейно-прокатный завод»	металлургическая
	АО «ГК «Электроцит»-ТМ Самара»	электроэнергетика
	ООО «Чакан ГЭС»	электроэнергетика
TRIM	ООО «Южно-Кузбасская энергетическая компания»	электроэнергетика
	АО «Ярославская электросетевая компания»	электроэнергетика
	ООО «Амурский гидromеталлургический комбинат»	металлургическая
	ООО «Богуславец»	горная
	ОАО «Евразруда»	горная
Галактика	ПАО «Транснефть»	нефтегазовая
	ООО «Газпром добыча Оренбург»	нефтегазовая
	АО «Ангарская нефтехимическая компания»	нефтегазовая
	АО «Концерн Росэнергоатом»	электроэнергетика
	ОАО «Северо-Кузбасская энергетическая компания»	электроэнергетика

Описанная область производственно-го процесса выполняется специалистами вручную и не исключает влияния человеческого фактора. В связи с этим качество проведенного технического обслуживания и ремонта зависит от опыта и компетентности сотрудника, выполняющего работу. Для автоматизации процессов технического обслуживания и ремонта технологического оборудования применяются системы управления производственными процессами как отечественных, так и зарубежных производителей. Отечественные решения представлены в таблице 1 [7]. Перечисленные системы управления обеспечивают планирование и управление ресурсами, необходимыми для проведения технического обслуживания и ремонта. В качестве таких ресурсов могут быть как складские запасы и комплектующие, так и электронные документы и паспорта оборудования.

Среди представленных систем управления некоторые продукты существуют на рынке более 20 лет. С тех пор мировая промышленность не стояла на месте и постепенно претерпевала изменения в сторону повышения эффективности и модернизации производства [8, 9]. Соответственно, подходы к проведению ремонтных работ также менялись. На рисунке 2 представлена эволюция подходов к проведению технического обслуживания и ремонта оборудования [10, 11]. По рисунку 2 можно сделать вывод

о том, что компании при проведении технического обслуживания и ремонта со временем отказываются от планово-предупредительных ремонтов в сторону фактического обслуживания и ремонта по состоянию, а также в последнее время наблюдается рост направления предиктивной диагностики [12], которая подразумевает расчет остаточного ресурса и прогнозирование срока службы оборудования. Такой переход наблюдается по той причине, что многие промышленные предприятия имеют фонд оборудования с длительным периодом использования [13, 14]. Приведенные факторы снижают надежность оборудования на фоне старения и износа и вынуждают проводить углубленные ремонты, что подразумевает более сложные и длительные работы по восстановлению работоспособности технологического оборудования [15, 16]. Для предотвращения выполнения продолжительных работ по ремонту оборудования необходимы научно-технические исследования по применению современных методов и технологий в системах управления техническим обслуживанием и ремонтом [17, 18].

Производственные процессы в сфере технического обслуживания и ремонта характеризуются рядом проблем, которые системы управления не учитывают. Часто встречающиеся проблемы в сфере технического обслуживания и ремонта промышленного оборудования представлены в таблице 2.

Таблица 2

Проблемы технического обслуживания и ремонта промышленного оборудования

Категория	Проблема
Доступность и наличие ресурсов	P1. Нехватка квалифицированных специалистов для проведения ремонта и обслуживания
	P2. Отсутствие необходимых деталей и комплектующих для замены
	P3. Продолжительность ремонта и обслуживания
Технические проблемы	P4. Несоответствие технических характеристик новых деталей и комплектующих старому оборудованию
	P5. Спрос на совершенствование и расширение программного обеспечения применительно к техническому обслуживанию и ремонту
	P6. Недостаточная эффективность и точность диагностики проблем оборудования
Условия проведения ремонта	P7. Необходимость проведения ремонта в условиях повышенной опасности (таких как высокое напряжение, высокая температура, химические вещества и др.)
	P8. Необходимость адаптации к современным технологиям и системам
Организационные проблемы	P9. Необходимость проведения ремонта в условиях ограниченного доступа к технической документации и инструкциям по эксплуатации оборудования, техническим характеристикам оборудования
	P10. Необходимость проведения ремонта в условиях ограниченного доступа к транспортным средствам для доставки необходимых материалов и оборудования
	P11. Необходимость проведения ремонта в условиях ограниченного доступа к техническим службам и сервисным центрам

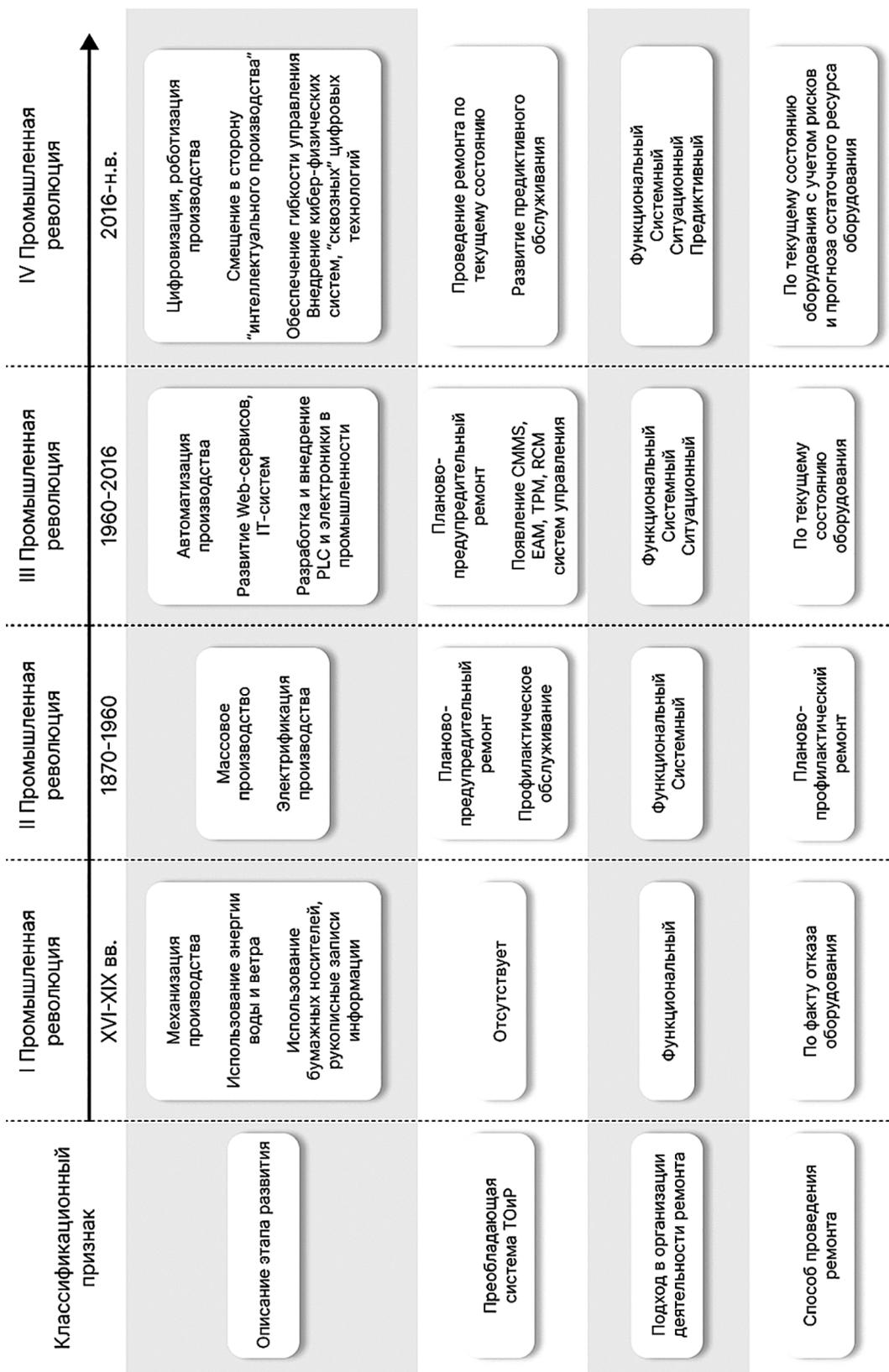


Рис. 2. Эволюция систем управления техническим обслуживанием и ремонтом [10]

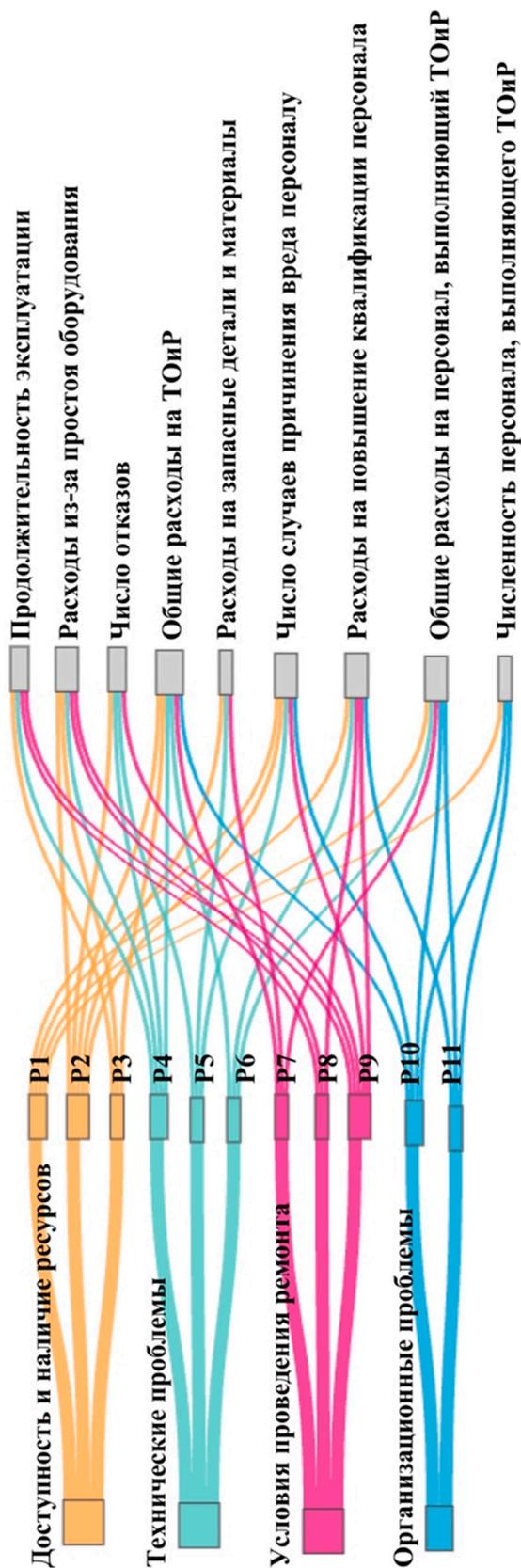


Рис. 3. Взаимосвязь научно-технических проблем и ключевых показателей эффективности в области технического обслуживания и ремонта оборудования

Отсутствие необходимого функционала в системах управления снижает показатели эффективности предприятия. Оценку эффективности работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования регламентирует ГОСТ Р 57330-2016 «Системы технического обслуживания и ремонта. Ключевые показатели эффективности» [19]. Авторами сформированы взаимосвязи между проблемами и показателями эффективности (рис. 3). По рисунку 3 видно, что для повышения эффективности производства в области технического обслуживания и ремонта необходимо комплексное развитие всех выделенных категорий в сфере технического обслуживания и ремонта оборудования. Для того чтобы учитывать не только технические проблемы, но и другие категории проблем, следует контролировать состояние оборудования на всех этапах жизненного цикла [20]. В связи с этим направление автоматизации технического обслуживания и ремонта промышленного оборудования нуждается в разработке системы контроля состояния оборудования до ремонта, во время ремонта и после ремонта, а также в создании системы мониторинга сотрудников в ремонтном цеху, тем самым будут обеспечены соблюдение техники безопасности, управление складскими запасами, материалами и другими ресурсами.

Заключение

Если управление производственными ресурсами и непрерывный контроль за эксплуатацией оборудования обеспечиваются функционалом существующих систем управления техническим обслуживанием и ремонтом, то контроль за оборудованием и за процессами, которые происходят в ремонтной зоне, для систем управления является черным ящиком. Информация о проведенных во время ремонта мероприятиях вводится вручную сервисными инженерами. Таким образом, в данной статье предложен новый концептуальный подход к повышению уровня автоматизации технического обслуживания и ремонта промышленного оборудования на предприятиях топливно-энергетического комплекса, отличающийся от известных аналогов тем, что система управления техническим обслуживанием и ремонтом должна учитывать состояние оборудования не только на этапе его эксплуатации, но и на этапе технического обслуживания и ремонта в ремонтной зоне за счет внедрения в ремонтной зоне системы контроля, выполняющей идентификацию производственных процессов ремонта оборудования с последующим автоматическим составлением отчета о выполнении ремонт-

ных работ и предоставлением информации об оборудовании, характеризующей его текущее состояние в сравнении с состоянием до ремонта. Так описанная система контроля позволит оценить эффективность ремонтных работ с точки зрения восстановления технологических показателей оборудования. Предложенный подход к автоматизации производственных процессов будет способствовать снижению влияния существующих проблем в сфере технического обслуживания и ремонта и позволит сделать управление производственными процессами промышленного предприятия более гибким, информативным и интеллектуальным за счет применения современных научно-технических исследований в области обработки информации и цифровых технологий. Описанная система контроля может развиваться также в направлении обеспечения безопасности на производстве, производя контроль не только за процессами ремонта, но и за соблюдением техники безопасности и наличием средств индивидуальной защиты. Для реализации системы контроля идентификации производственных процессов необходимо рассматривать построение архитектуры системы, основанной на анализе изображения с видеокамеры методами компьютерного зрения и машинного обучения. Современная тенденция на внедрение интеллектуальных систем управления затрагивает все уровни автоматизации предприятия – от нижнего уровня до бизнес-процессов. Результатом функционирования системы управления техническим обслуживанием и ремонтом являются увеличение эффективного жизненного цикла оборудования и финансовый результат предприятия.

Список литературы

1. Павел Сорокин: «Российский ТЭК играет ключевую роль в мировой энергетике» // Минэнерго. [Электронный ресурс]. URL: <https://minenergo.gov.ru/?news-item=pavel-sorokin-rossiyskiy-tek-igraet-klyuchevuyu-rol-v-mirovovoyenergetike> (дата обращения: 22.04.2024).
2. Zhukovskiy Y., Koshenkova A., Vorobeva V., Rasputin D., Pozdnyakov R. Assessment of the Impact of Technological Development and Scenario Forecasting of the Sustainable Development of the Fuel and Energy Complex // *Energies*. 2023. V. 16(7). P. 3185. DOI: 10.3390/en16073185.
3. Tananykhin D., Grigorev M., Simonova E., Korolev M., Stecyuk I., Farakhov L. Effect of Wire Design (Profile) on Sand Retention Parameters of Wire-Wrapped Screens for Conventional Production: Prepack Sand Retention Testing Results // *Energies*. 2023. V. 16. P. 2438. DOI: 10.3390/en16052438.
4. Состояние российской экономики и деятельность компаний: результаты мониторинга РСПП во III квартале 2023 года // Российский союз промышленников и предпринимателей. [Электронный ресурс]. URL: <https://rspp.ru/activity/analytics/sostoyanie-rossiyskoy-ekonomiki-i-deyatelnost-kompaniy-rezultaty-monitoringa-rspp-vo-iii-kvartale-20/> (дата обращения: 22.04.2024).

5. Ключевые направления политики в области импортозамещения: взгляд бизнеса // Российский союз промышленников и предпринимателей. [Электронный ресурс]. URL: <https://rspp.ru/activity/analytics/klyucheve-napravleniya-politiki-v-oblasti-importozameshcheniya-vzglyad-biznesa/> (дата обращения: 22.04.2024).
6. Промышленное производство в России // Росстат. [Электронный ресурс]. URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Prom_proiz-vo_2021.pdf (дата обращения: 22.04.2024).
7. Измайлов М.К. Сравнительный анализ современных ЕАМ-систем, используемых в Российской и зарубежной практике // Beneficium. 2020. №2 (35). С. 35-42. DOI: 10.34680/BENEFICIUM.2020.2(35).35-42.
8. Rusin A., Baryshev Y. Improving Equipment Reliability and System Maintenance and Repair Efficiency // Civil Engineering Journal. 2019. V. 5. № 8. P. 1799–1811. DOI: 10.28991/cej-2019-03091372.
9. Ahmadian S., Alabdullah T.T.Y., Motaghian I. Maintenance and repairs system of automotive industry for sustainable internationalization // International Journal on Advanced Technology, Engineering, and Information system. 2023. V. 2. № 2. P. 106–123. DOI: 10.55047/ijateis.v2i2.804.
10. Ерохин Е.А., Осинцев А.Н. Эволюция систем технического обслуживания и ремонта оборудования. // Организатор производства. 2009. Т. 43, № 4. С. 37–41.
11. Mohd Noor H., Mazlan S.A., Amrin A. Computerized Maintenance Management System in IR4.0 Adaptation - A State of Implementation Review and Perspective // IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 2021. Т. 1051. № 1. С. 012019. DOI: 10.1088/1757-899X/1051/1/012019.
12. Ramani B. V., Amith C.A., Oommen J.M., Babu J., Paul T., Sankar V. Predictive analysis for industrial maintenance automation and optimization using a smart sensor network // 2016 International Conference on Next Generation Intelligent Systems (ICNGIS). Kottayam: IEEE, 2016. P. 1–5. DOI: 10.1109/ICNGIS.2016.7854004.
13. Zhukovskiy Y., Tsvetkov P., Buldysko A., Malkova Y., Stoianova A., Koshenkova A. Scenario Modeling of Sustainable Development of Energy Supply in the Arctic // Resources. 2021. V. 10. № 12. P. 124. DOI: 10.3390/resources10120124.
14. Череповицын А.Е., Третьяков Н.А. Разработка новой системы оценки применимости цифровых проектов в нефтегазовой сфере // Записки Горного института. 2023. Т. 262. С. 628–642.
15. Ariwibowo D. Failure Analysis Of Water Pump Shaft // Journal of Vocational Studies on Applied Research. 2019. V. 1. № 2. P. 27–30. DOI: 10.14710/jvsar.v1i2.6301.
16. Мякотных А.А., Иванова П.В., Иванов С.Л. К вопросу классификации комплексов добычи торфяного сырья // Горная промышленность. 2023. Т. 6. С. 137–142. DOI: 10.30686/1609-9192-2023-6-137-142.
17. Стоянова А.Д., Трофимец В.Я., Калач А.В. Системный анализ и управление корпоративными организациями на основе ESG-подхода // Моделирование. Воронежский институт высоких технологий. 2023. Т. Оптимизация и информационные технологии. С. 1112. DOI: 10.26102/2310-6018/2023.40.1.011.
18. Ren Z., Verma A.S., Li Y., Teuwen J.J.E., Jiang Z. Offshore wind turbine operations and maintenance: A state-of-the-art review // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2021. V. 144. P. 110886. DOI: 10.1016/j.rser.2021.110886.
19. ГОСТ Р 57330-2016. Системы промышленной автоматизации и интеграция. Системы технического обслуживания и ремонта. Ключевые показатели эффективности. Введен 01.06.2017. М.: Стандартинформ, 2020. 26 с.
20. Smith P. Taking a whole life approach to pump operation and maintenance // World Pumps. 2015. V. 2015. № 2. P. 32–36. DOI: 10.1016/S0262-1762(15)70027-1.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К ОРГАНИЗАЦИИ КЛИЕНТ-СЕРВЕРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В СОВРЕМЕННЫХ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯХ, НА ПРИМЕРЕ REST API И GRAPHQL

¹Кожанов П.С., ^{1,2}Готская И.Б.

¹ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО»,
Санкт-Петербург, e-mail: PKozhanov99@inbox.ru;

²ФГБОУ ВО «Российский государственный педагогический университет
имени А.И. Герцена», Санкт-Петербург, e-mail: iringot@mail.ru

В статье рассматриваются ключевые подходы к организации клиент-серверного взаимодействия в современных веб-приложениях на примере наиболее популярных архитектурных решений REST API и GraphQL. Авторы анализируют основные проблемы в эволюции клиент-серверного взаимодействия и обосновывают научную новизну проведенного исследования. Целью исследования является проведение сравнительного анализа эффективности архитектурных подходов клиент-серверного взаимодействия REST API и GraphQL. В статье также представлена методология исследования и результаты сравнительного анализа архитектурных подходов REST API и GraphQL по следующим критериям: извлечение данных, производительность (скорость), масштабируемость, организация кода, инструментарий, обработка ошибок, безопасность и кэширование. Для наглядного представления преимуществ и недостатков обоих подходов были разработаны два веб-приложения, каждое из которых реализует свой метод получения, обработки и визуализации данных с сервера на клиенте. В результате анализа определены случаи и условия, при которых следует использовать REST API или GraphQL, что позволяет разработчикам делать обоснованный выбор архитектуры для своих проектов. Особое внимание уделено вопросам интеграции с существующими системами и адаптации к изменяющимся условиям, а также вопросам обеспечения безопасности и управления правами доступа в контексте использования данных подходов. Таким образом, результаты исследования вносят значительный вклад в понимание и оптимизацию клиент-серверного взаимодействия в контексте развития современных веб-технологий.

Ключевые слова: клиент-серверное взаимодействие, REST API, GraphQL, архитектурный подход, чрезмерная выборка, масштабируемость, недостаточная выборка, кэширование

COMPARATIVE ANALYSIS OF APPROACHES TO ORGANIZING CLIENT-SERVER INTERACTION IN MODERN WEB APPLICATIONS, USING THE EXAMPLE OF REST API AND GRAPHQL

¹Kozhanov P.S., ^{1,2}Gotskaya I.B.

¹ITMO University, Saint Petersburg, e-mail: PKozhanov99@inbox.ru;

²Herzen State Pedagogical University of Russia, Saint Petersburg, e-mail: iringot@mail.ru

The article discusses in detail the key approaches to the organization of client-server interaction in modern web applications using the example of the most popular architectural solutions REST API and GraphQL. The authors analyze the main problems in the evolution of client-server interaction and substantiate the scientific novelty of the study. The purpose of the study is to conduct a comparative analysis of the effectiveness of architectural approaches of client-server interaction between REST API and GraphQL. The article also presents the research methodology and the results of a comparative analysis of the architectural approaches of REST API and GraphQL according to the following criteria: data extraction, performance (speed), scalability, code organization, instrumentation, error handling, security and caching. To visually present the advantages and disadvantages of both approaches, two web applications have been developed, each of which implements its own method of receiving, processing and visualizing data from the server to the client. As a result of the analysis, the cases and conditions under which the REST API or GraphQL should be used are identified, which allows developers to make an informed choice of architecture for their projects. Special attention is paid to the issues of integration with existing systems and adaptation to changing requirements. Additionally, the issues of security and access rights management in the context of using these approaches are considered. Thus, the results of the study make a significant contribution to understanding and optimizing client-server interaction in the context of modern web technologies.

Keywords: client-server interaction, REST API, GraphQL, architectural approach, scalability, over-fetching, under-fetching, caching

Клиент-серверное взаимодействие является важнейшим аспектом в разработке программного обеспечения, поэтому столь важно правильно выбрать подход для его организации. Изначально все веб-приложения использовали один подход для формирования клиент-серверного взаимодействия –

REST (Representational State Transfer). Архитектура REST использовалась с XML, однако вскоре после этого Дугласом Крокфордом была разработана и стандартизирована технология JSON (JavaScript Object Notation), обеспечивающая понятный формат данных. Вскоре данная технология

внедрилась в веб-проекты и продолжает использоваться до настоящего времени [1].

Позже появились альтернативы, позволяющие более гибко настраивать это взаимодействие и получать модифицированные структуры данных. Одним из таких подходов является GraphQL. В этой связи возникает вопрос, какой из данных подходов является лучшим для различных типов веб-приложений.

Большинство отечественных исследований основывалось исключительно на теоретических выкладках, не подтвержденных экспериментальными данными, что определяет научную новизну исследования для российского научного сообщества – экспериментально подтвержденные сильные и слабые стороны подходов REST API и GraphQL [2].

Цель исследования – проведение сравнительного анализа эффективности архитектурных подходов клиент-серверного взаимодействия REST API и GraphQL.

Для проведения исследования были сформированы конкретные критерии: извлечение данных, производительность (скорость), масштабируемость, организация кода, инструментарий, обработка ошибок, безопасность и кэширование [3].

Материалы и методы исследования

Системное решение поставленных исследовательских задач потребовало использования следующих методов: анализ, сравнение, обобщение, эксперимент. Проанализированы прикладные сценарии, демонстрирующие практическую значимость рассматриваемых архитектурных подходов. Для проведения сравнительного анализа были созданы два приложения, одно из которых использовало REAS API, другое – GraphQL для получения данных. Далее было экспериментально показано, по каким критериям выигрывает каждый из подходов.

Инструментарий REST API и GraphQL. На сегодняшний день используются различные инструменты для отслеживания состояния запросов, посылаемых с клиентской части веб-приложения. В рамках экспериментального проекта REST API подключена библиотека *axios*, которая используется для выполнения HTTP-запросов. Другим важным инструментом для отслеживания состояния запросов является *Fetch API*. Он представляет собой встроенный в браузер API для отправки HTTP-запросов, он требует ручной обработки состояния запросов.

Не менее важной составляющей клиент-серверного взаимодействия является инструментарий для дебага, который дает воз-

можность тестировать запросы. Для REST API таким инструментом является *Postman*, который позволяет создавать и отправлять запросы, а также просматривать ответы.

GraphQL также имеет свои инструменты для отслеживания состояния запросов. Среди таких инструментов главным является *Apollo Client*. Это популярная библиотека для работы с GraphQL в клиентской части. Она предоставляет возможности отслеживания состояния запросов, кэширования и управления состоянием.

Другими важными инструментами для дебага GraphQL являются *GraphQL Playground* и *Apollo Client Devtools*. GraphQL Playground представляет собой интерактивную среду для выполнения запросов и их отладки; она поставляется вместе с большинством серверов GraphQL.

Apollo Client Devtools – это расширение для браузеров, предоставляющее инструменты для отладки Apollo Client, включая просмотр кэша и выполнение запросов. Также в этом инструменте можно выполнять GraphQL-запросы и мутации в интерактивном режиме.

Таким образом, можно сделать вывод, что REST API часто требует больше ручной работы для отслеживания состояния запросов. Инструменты, такие как Postman, предоставляют средства для дебага, но требуют дополнительных шагов. GraphQL, особенно при использовании Apollo Client, предоставляет более удобные инструменты для отслеживания состояния запросов и дебага.

Организация кода для работы с REST API и GraphQL. Организация кодовой базы и ее удобство является важнейшей составляющей для удобной разработки и дальнейшей поддержки веб-приложения. GraphQL является полноценным языком запросов, который разработчику необходимо освоить перед внедрением данного подхода в проект. В случае с экспериментальными проектами данное утверждение полностью подтверждается на практике.

GraphQL ориентирован на типы данных, что позволяет более гибко определять, какие данные клиент хочет получить. Разработчик явно задает типы, которые должны быть задействованы в процессе этого взаимодействия.

Кроме того, один GraphQL эндпоинт обслуживает все запросы, что уменьшает количество точек входа и снижает сложность кода. Также клиент может запрашивать только необходимые данные, избегая избыточной информации.

Что касается второго подхода, REST API часто организуется вокруг конечных точек

(endpoints), что может привести к созданию нескольких точек входа для различных ресурсов. Сами же ресурсы и методы запросов (GET, POST, PUT, DELETE) определяют структуру кода.

Поскольку созданные экспериментальные приложения являются небольшими по объему, то невозможно с точностью указать, какой из данных подходов сработал лучше с точки зрения организации кодовой базы. Однако, несмотря на это, даже в таком случае GraphQL потребовал дополнительных настроек и более сложного написания кода. Если же разработчики имеют дело с огромным проектом, то REST API во многих аспектах может быть неэффективным подходом в силу причин, указанных выше. Таким образом, в общем случае для небольших проектов имеет смысл использовать REST, а для масштабных приложений со сложной структурой данных – GraphQL.

Извлечение данных в REST API и GraphQL. Методология REST и язык запросов GraphQL представляют собой различные подходы к извлечению данных из сервера. REST использует стандартные HTTP методы (GET, POST, PUT, DELETE) для извлечения данных [4].

Как видно из рис. 1, ответ в подходе REST имеет простую структуру и позволяет клиенту запрашивать только данные, которые необходимы, в формате JSON (рис. 1).

Данный подход присылает на клиент полную структуру данных со всеми полями. Простота данного подхода очевидна, несмотря на то, что часть данных фактически не используется на клиентском интерфейсе. Но в случаях, когда нужно получить данные из нескольких связанных ресурсов, REST может привести к проблеме «избыточной связанности» (или *over-fetching*). GraphQL, напротив, позволяет клиенту запрашивать именно те данные, которые нужны, используя гибкий и мощный язык запросов, как видно из рис. 2. Однако сложность GraphQL заключается в том, что надо быть внимательным при проектировании схемы данных, чтобы избежать избыточных запросов, а также обеспечить эффективное использование сетевых ресурсов [5].

На рис. 2 видно, что в данном случае на клиентскую часть попадают только поля *id*, *firstName* и *e-mail*, несмотря на то, что в базе данных имеется также поле *password*. Исходя из этого можно подтвердить, что GraphQL позволяет избежать избыточной связанности данных, обеспечивая клиенту только необходимую информацию.

Таким образом, когда нужно получить простые данные или при работе с уже существующим REST API, можно оста-

ваться при REST. Но если у нас сложная структура данных или большая гибкость в запросах, использование GraphQL будет предпочтительнее.

Обработка ошибок в подходах REST API и GraphQL. Подход REST часто использует стандартные HTTP статус-коды для обозначения успешных или неуспешных операций. Например, при запросе ресурса успешный ответ может иметь статус-код 200, а при ошибке – код 404 (при ошибке на клиентской части) или 500 (при ошибке на сервере). REST также может включать дополнительную информацию об ошибке, например, в теле ответа, чтобы уточнить причину ошибки.

GraphQL, с другой стороны, использует стандартный формат JSON для возврата ошибок. В каждом ответе от сервера в объекте «errors» могут содержаться информация о произошедших ошибках. В экспериментальном веб-приложении исправим запрос так, чтобы на клиентскую часть вернулась ошибка. Например, в запрос *getAllUsers* добавим поле *city*, которое изначально не предусматривалось в GraphQL-схеме.

Когда в GraphQL-запросе запрашивается поле, которое не было предварительно указано в схеме, сервер GraphQL возвращает ошибку с сообщением «Cannot query field <имя_поля> on type <тип>». Например, если в схеме GraphQL не определено поле «city» для типа «User», а клиент пытается запросить это поле, сервер вернет ошибку данного вида. Таким образом, клиент получает информацию о том, что его запрос содержит недопустимое поле, что помогает ему правильно скорректировать запрос.

Такие подробные сообщения об ошибках являются одним из преимуществ GraphQL, поскольку они помогают разработчикам более точно и быстро обнаруживать и исправлять ошибки в запросах, улучшая тем самым процесс разработки.

Таким образом, сложность обработки ошибок в обоих подходах зависит от конкретной реализации. В подходе REST разработчики могут использовать стандартные библиотеки для обработки HTTP статусов и кодов ошибок. В GraphQL можно использовать те же библиотеки, но также нужно быть внимательным при работе с объектом «errors» в формате JSON.

Безопасность в подходах REST API и GraphQL. При сравнении безопасности в подходах REST и GraphQL, следует учитывать несколько аспектов, таких как возможности аутентификации, авторизации, контроля доступа к данным и защиты от нежелательных запросов.

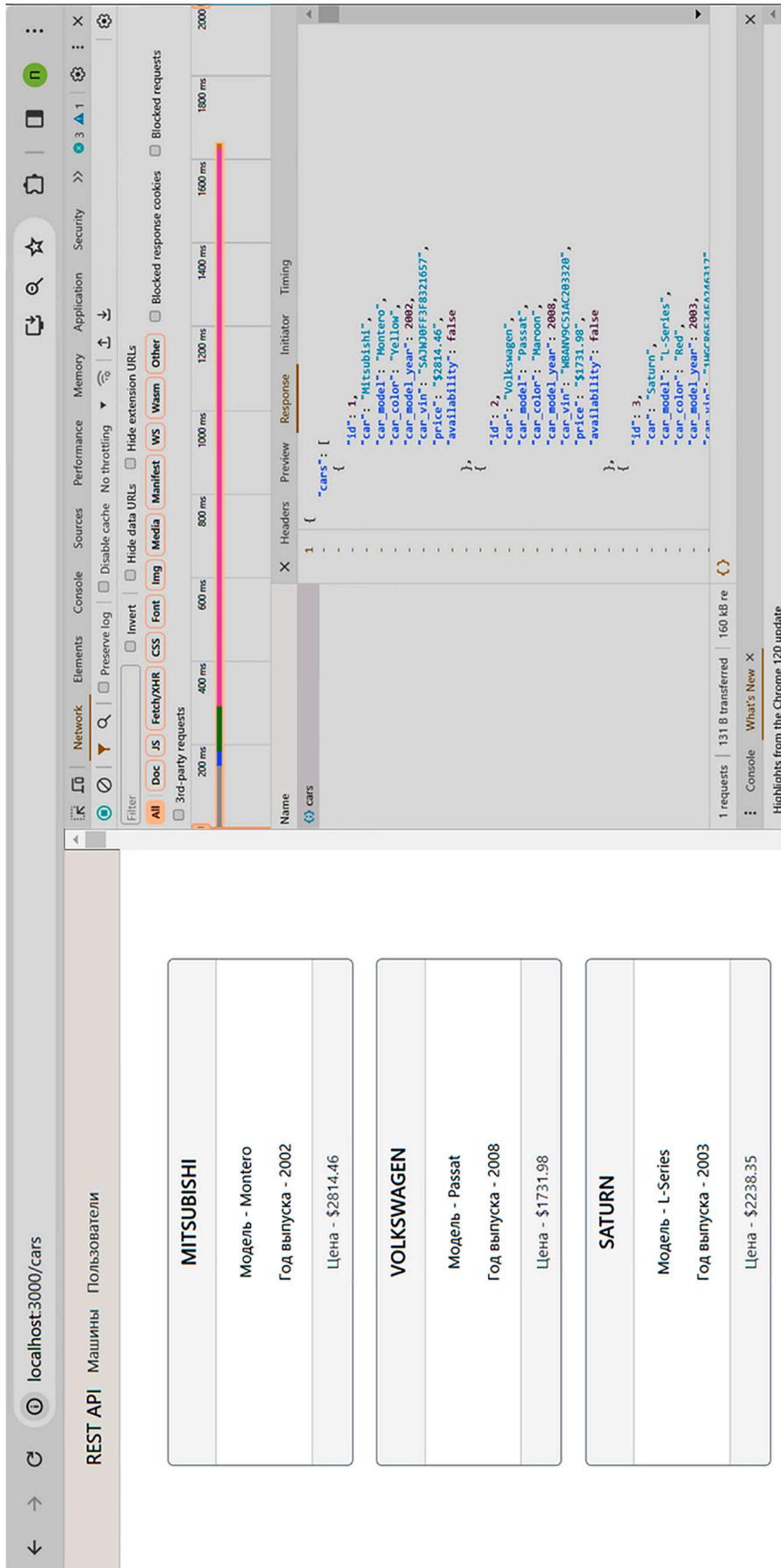


Рис. 1. Ответ от сервера на GET-запрос

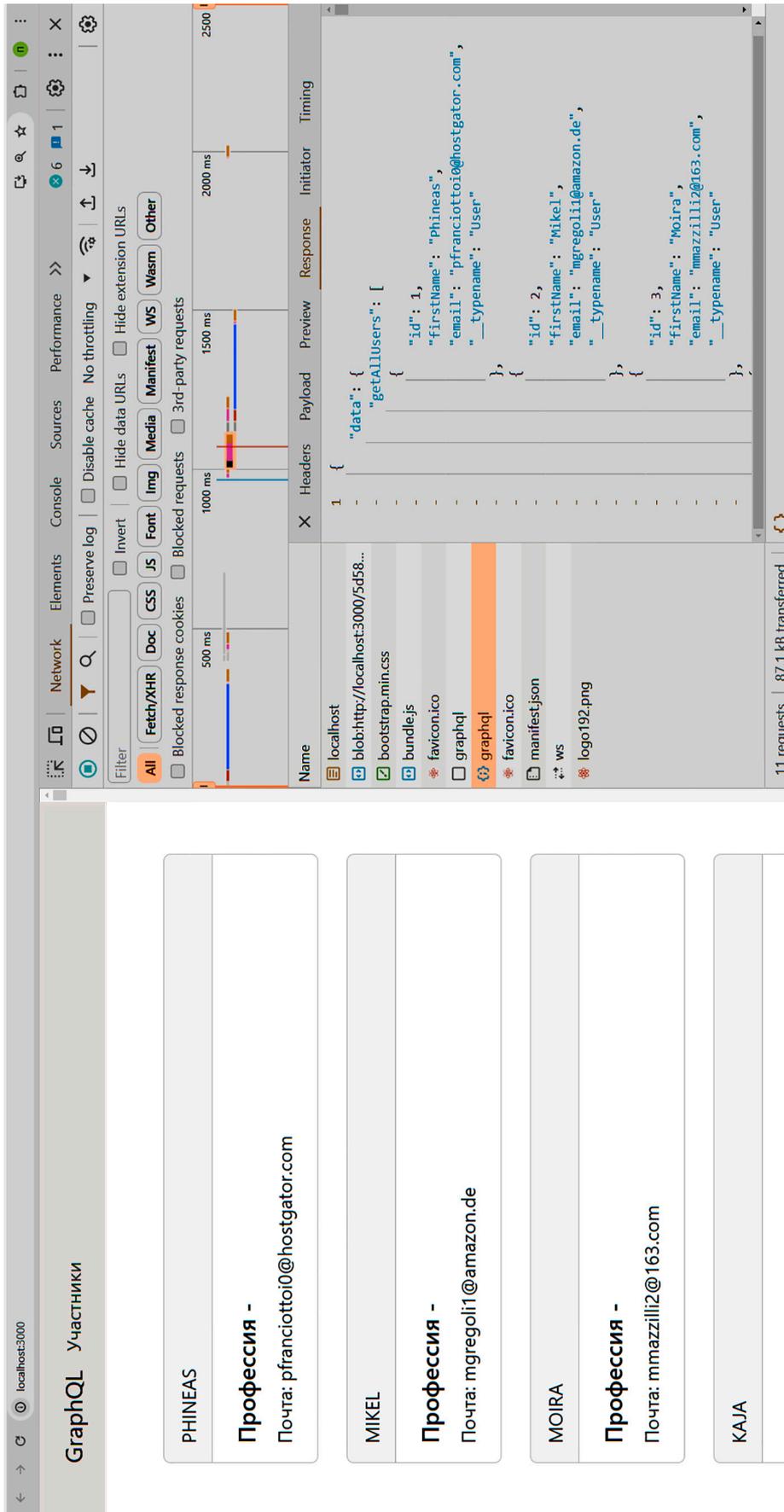


Рис. 2. Структура ответа на запрос GraphQL

В подходе REST безопасность часто реализуется с помощью токенов доступа (например, JWT) и стандартных методов аутентификации и авторизации, таких как OAuth 2.0. Осуществление контроля доступа к конечным точкам API и к данным может потребовать наличия различных ролей и разрешений.

Сложность же REST в безопасности может возникнуть из-за неоднородности методов аутентификации и авторизации, а также необходимости учета всех различных конечных точек и их соответствующих прав доступа.

GraphQL реализует безопасность через права доступа (permissions) и функции аутентификации/авторизации, определяемые на уровне схемы. Одним из преимуществ GraphQL в обеспечении безопасности является возможность четкого контроля над тем, какие данные разрешено запрашивать и модифицировать для каждого конкретного типа запроса. Данный критерий был рассмотрен выше, где описывалась схема данных.

Сложность GraphQL в аспекте безопасности может возникнуть из-за необходимости тщательно определять и управлять правами доступа к различным типам данных и запросам в самой схеме.

Для улучшения безопасности веб-приложения при использовании:

- REST, можно реализовать единый стандарт аутентификации/авторизации для всех конечных точек и аккуратно управлять правами доступа к ресурсам;

- GraphQL, можно использовать строгое управление правами доступа к данным на уровне схемы.

Масштабируемость проектов на REST API и GraphQL. Масштабируемость является важным критерием для выбора подхода при разработке веб-приложений. Масштабирование REST API может быть сложным на этапе разработки, поскольку управление множеством эндпоинтов и обработка различных типов запросов может потребовать дополнительных усилий [6].

Предположим, что в созданном веб-приложении на странице «Машины» необходимо получать пользователей, которые купили тот или иной автомобиль. Архитектура данного приложения построена на принципе изоляции модулей, то есть модули «Машины» и «Пользователи» являются независимыми и имеют свои уникальные API для получения данных. В данном примере разработчикам потребуется создать дополнительные конечные точки для доступа к списку пользователей. Так, если в проекте не используются различные механизмы кэширования данных, такой подход повлечет

за собой излишние ресурсные затраты для практически одинаковых запросов.

GraphQL предлагает более гибкий и точно настраиваемый подход к получению данных. Он позволяет клиентам запрашивать только требуемые данные и связывать запросы на стороне сервера. За счет одной конечной точки и возможности делать гибкие запросы, масштабирование GraphQL может быть более простым в сравнении с REST API.

Изменим в веб-приложении, использующем GraphQL для доступа к данным, структуру запроса. Добавим в схему дополнительное поле *info*, которое будет включать в себя поля *city* и *country*. Теперь на клиентской части появилась возможность добавить в запрос новое поле *info* и выбирать, какие данные клиент должен получить. В данном случае будет запрашивать поле *city*.

Так, в одном запросе клиентская часть приложения смогла получить дополнительные данные, которые могут быть использованы в интерфейсе приложения. И для этого только изменили существующую схему и ввели дополнительное поле.

GraphQL запросы могут быть гибкими, но неправильное проектирование схемы GraphQL или запросы с глубокой вложенностью могут привести к избыточной нагрузке на сервер и нежелательным эффектам при масштабировании.

Механизмы кэширования в REST API и GraphQL. Кэширование – это важный аспект при разработке веб-приложений, поскольку позволяет улучшить скорость загрузки и снизить нагрузку на сервер. Различного рода манипуляции с данными, в том числе их кэширование, эффективнее всего проводить с помощью state-менеджеров, таких как Redux, Redux Toolkit, Effector, Zustand и др.

В экспериментальном веб-приложении был использован именно Zustand за счет своей простоты внедрения. В коде создается некое хранилище данных, в которое помещается ответ от API. В данном примере это массив *users*. В функции *getData ()* производится запрос *users* с использованием метода *get ()* и дальнейшая проверка *if(users.length) return*. Если в массиве уже есть данные пользователей, то попросту игнорируется последующий вызов метода API и клиент использует данные, которые были записаны в кэш.

Кэширование в GraphQL может быть реализовано на уровне запросов и ответов, что дает большую гибкость контроля над кэшированием. Если используется библиотека управления состоянием (Apollo Client), можно получить доступ к кэшированным данным и произвести анализ (рис. 3).

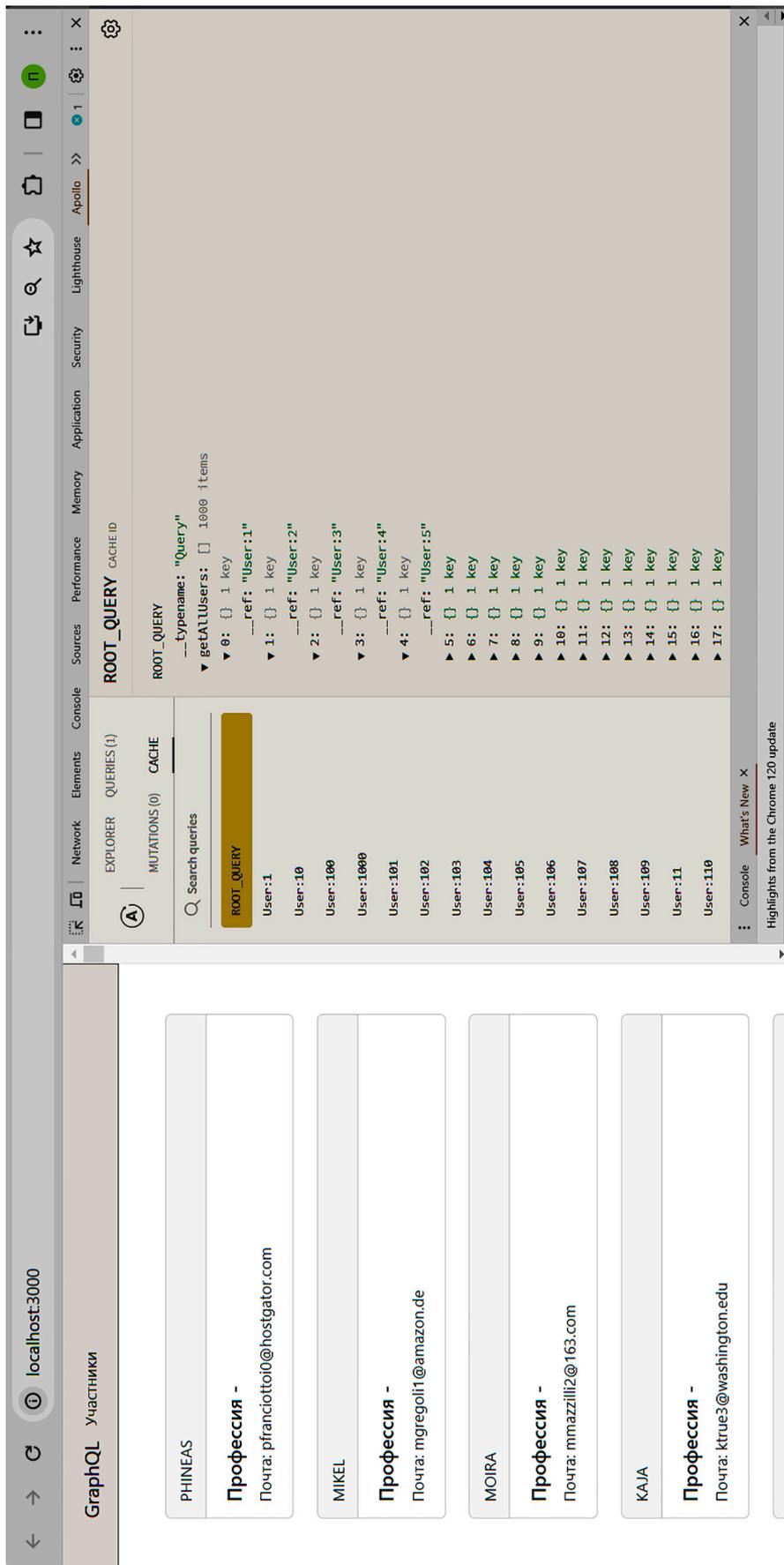


Рис. 3. Организация кэша в GraphQL

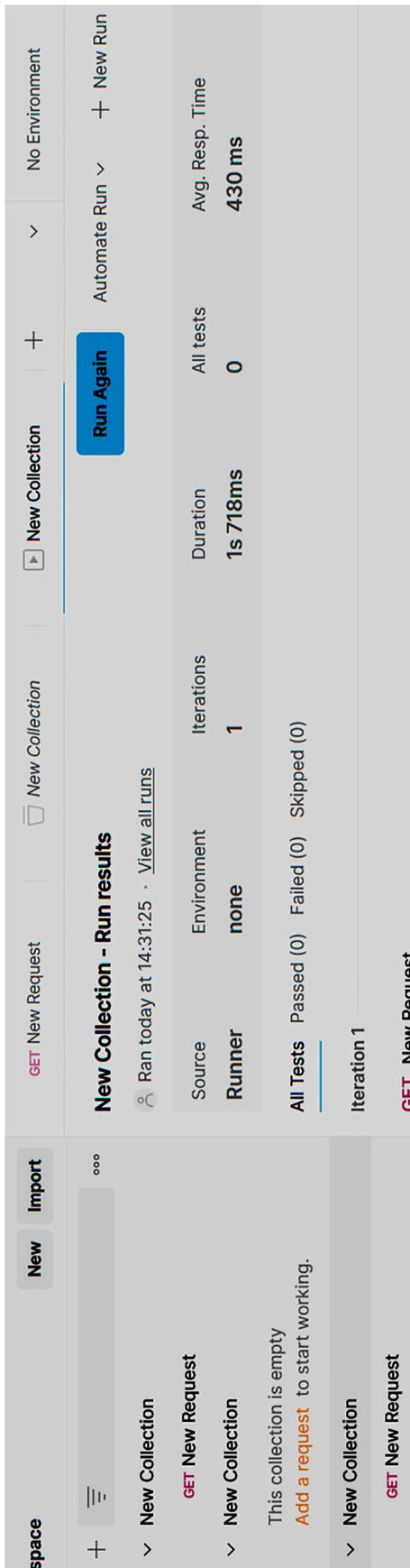


Рис. 4. Результаты нагрузочного тестирования REST-запросов

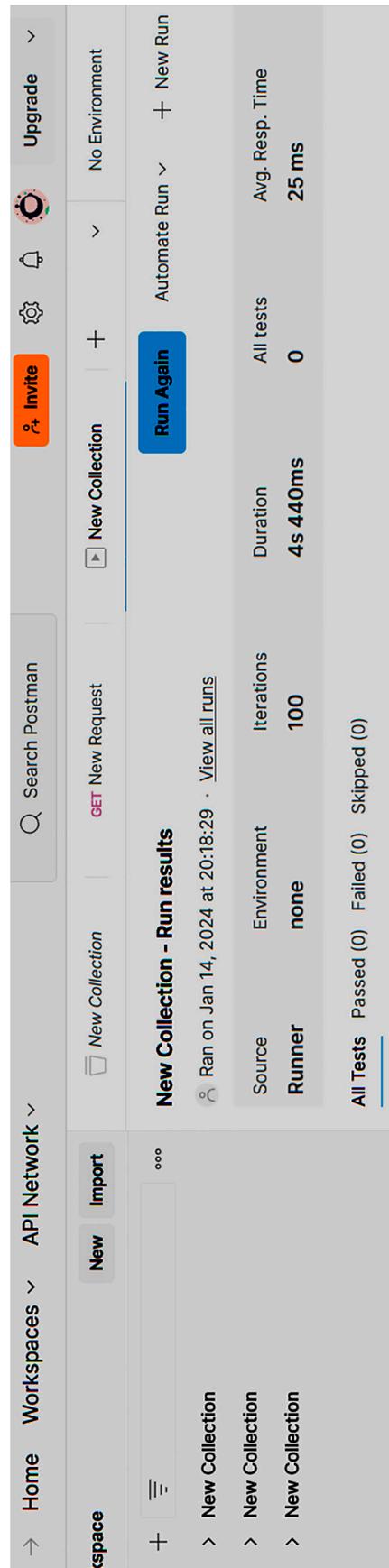


Рис. 5. Результаты нагрузочного тестирования GraphQL-запросов

Таким образом, использование REST API в контексте кэширования данных возможно, если имеются простые и статичные запросы, которые можно хорошо кэшировать на уровне HTTP заголовков. Использование GraphQL же возможно, если требуется более гибкое и точечное управление кэшированием на уровне запросов и ответов, особенно в случае сложных и изменчивых запросов.

Производительность (скорость) запросов REST и GraphQL. Когда рассматривается сравнительный анализ производительности между REST API и GraphQL, особенно при обработке большого количества данных, ситуация зависит от конкретных запросов, структуры данных, типов запросов и условий их использования. Важно учитывать, что в подходе REST каждый HTTP-запрос задействует клиентские ресурсы и приводит к передаче избыточного объема данных. Как результат – замедляется пользовательский интерфейс [7].

В созданных двух веб-приложениях анализ скорости загрузки будет производиться с использованием инструмента Postman как для REST-запросов, так и для GraphQL-запросов. В каждом приложении используется ровно 1000 элементов, которые запрашивает пользователь. Данный сравнительный анализ будет проводиться в контексте *нагрузочного тестирования*. Для простоты эксперимента каждый запрос будет вызываться по 100 раз подряд, а дальше проведен сравнительный анализ скорости отработки данных запросов.

Так, в результате проведения эксперимента были получены следующие данные: общее время выполнения 100 итераций запросов составило *1 мин 20 с*, при этом среднее время выполнения одного запроса составляет *776 мс*. Также результаты показали 0 ошибочных запросов (рис. 4).

GraphQL позволяет клиентам запрашивать только те данные, которые им нужны. Это может привести к передаче большого объема данных за один запрос и облегчить проблему $n+1$ запросов. Результаты тестирования GraphQL запроса представлены на рис. 5.

Как видно из рис. 5, общее время выполнения 100 итераций запросов составило 4 с 440 мс, при этом среднее время выполнения одного запроса составляет 25 мс. Также результаты показали 0 ошибочных запросов.

Таким образом, в результате проведения нагрузочного тестирования было установлено, что GraphQL в значительной степени выигрывает у подхода REST по скорости выполнения запросов.

Результаты исследования и их обсуждение

Представленный анализ на базе двух веб-приложений, одно из которых использует REST API, а другое – GraphQL, показал различные результаты.

По критерию «извлечение данных» REST API обычно использует конечные точки, которые возвращают фиксированные структуры данных, и клиент должен выполнить несколько запросов для извлечения связанных данных. С другой стороны, GraphQL позволяет клиентам запрашивать и получать именно те данные, которые им нужны, в рамках одного запроса, что делает его намного более эффективным и сокращает сетевой трафик [4].

По критерию «масштабируемость»: при выборе между REST API и GraphQL важно учитывать, что REST API может быть сложным и запутанным при масштабировании из-за управления большим количеством конечных точек, особенно в сложных приложениях. GraphQL обеспечивает более гибкий способ получения данных и может быть более простым в масштабировании за счет одной конечной точки, но требует аккуратного проектирования схемы и запросов для предотвращения избыточной нагрузки на сервер.

По возможности кэширования GraphQL демонстрирует наиболее гибкую систему управления кэшем. Такой инструмент, как Apollo DevTools, предоставляет дополнительную информацию о текущем состоянии кэша GraphQL, что позволяет производить анализ кэшированных данных и их использование прямо в браузере разработчика.

По критерию «производительность»: если имеются простые или независимые запросы, то подход REST является наиболее оптимальным. Если же есть сложные и/или связанные запросы на получение данных, когда требуется гибкое управление, то в данном случае лучше выбрать подход GraphQL.

При выборе между REST и GraphQL с точки зрения критерия безопасности, GraphQL может предложить более гибкий контроль над данными, что делает его предпочтительным.

Заключение

Комплексное исследование архитектурных стилей REST и GraphQL на основе экспериментального анализа позволило выявить и продемонстрировать ключевые преимущества и недостатки каждого из подходов. В зависимости от конкретных потребностей проекта, команды разработки могут с должной эффективностью использовать как

REST, так и GraphQL для достижения оптимальной производительности, расширяемости и соответствия требованиям клиентов.

При выборе между данными архитектурными подходами следует учитывать конкретные потребности проекта, такие как структура данных, клиентские требования, уникальные характеристики проекта и др.

Результаты данного исследования позволяют говорить о поступательном, динамическом развитии веб-технологий и, в частности, клиент-серверного взаимодействия. Развитие облачных технологий и распределенных систем приводит к созданию более сложных клиент-серверных моделей. Различные архитектурные подходы позволяют оптимизировать это взаимодействие, обеспечивая выбор между созданием гибких, масштабируемых API и управлением данными на клиентской стороне.

Список литературы

1. Тонкушин М.В., Гудков К.В. Сравнительный анализ технологий GraphQL и REST // Современные информационные технологии. 2019. № 29. С. 127–131.

2. Wittern Erik, Cha Alan, Laredo Jim A. Generating GraphQL-Wrappers for REST(-like) APIs // Lecture Notes in Computer Science. 2018. Vol. 10845. P. 65–83. DOI: 10.1007/978-3-319-91662-0_5.

3. Кожанов П.С. Сравнительный анализ подходов к организации клиент-серверного взаимодействия в современных React-приложениях (на примере REST API и GraphQL) // Технические и технологические системы: материалы XIV Международной научной конференции (Краснодар, 22–24 ноября 2023 г.). Краснодар: ООО ИД «Юг», 2023. С. 97–101.

4. Mikuła M., Dzieńkowski M. Comparison of REST and GraphQL web technology performance // Journal Computer Science Institute. 2020. P. 309–316. DOI: 10.35784/JCSI.2077.

5. Гридин В.Н., Анисимов В.И., Васильев С.А. Методы повышения производительности современных веб-приложений // Известия ЮФУ. Технические науки. 2020. № 4. С. 193–200. DOI: 10.18522/2311-3103-2020-2-193-200.

6. Hartina D.A., Lawi A., Enrico B.L. Panggabean. Performance Analysis of GraphQL and RESTful in SIM LP2M of the Hasanuddin University / The 2nd East Indonesia Conference on Computer and Information Technology. 2018. [Электронный ресурс]. URL: <https://clck.ru/32vGR3> (дата обращения: 15.03.2024).

7. Ананченко И.В., Чуриков Е.А. Оптимизация http-запросов с помощью перехода с REST API на GraphQL // Актуальные вопросы современной науки: сборник статей III Международной научно-практической конференции (Пенза, 25 сентября 2022 г.). Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2022. С. 11–14.

УДК 004.94

DOI 10.17513/snt.40042

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И АЛГОРИТМ РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАДИОСИГНАЛОВ ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ЭФФЕКТИВНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ

^{1,2}Ку Дык Тоан, ¹Ахметшин Д.А., ¹Нуриев Н.К., ¹Печеный Е.А.,

²До Као Минь, ²Фам Тхи Тхуи, ²Ле Ван Дьеп, ²Дао Минь Шанг

¹ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»,

Казань, e-mail: toancdit@gmail.com, nurievnk@mail.ru;

²Промышленный университет Вьетчи, Вьетнам,

e-mail: toancd@vui.edu.vn, minhchc.it@gmail.com, thuypt101@gmail.com

Проектирование беспроводных сетей в текущих условиях является достаточно актуальным направлением в телекоммуникациях. При проектировании должны учитываться различные факторы, среди которых – наличие препятствий, мешающих нормальной работе радиосигнала беспроводной точки доступа. Препятствия, мешающие нормальной работе радиосигнала беспроводной точки доступа, различны и могут быть как статичными, так и движущимися. Наличие конкретных препятствий зависит от задач, стоящих перед беспроводным соединением и местом нахождения беспроводного соединения. Так, если речь идет об уличных беспроводных соединениях, то препятствия, мешающие нормальной работе беспроводных соединений, могут быть как движущиеся (транспортные средства), так и статичные (здания, деревья и пр.). Внутри зданий практически все препятствия статичны. В исследовании анализируется проблематика преодоления типичных статичных препятствий внутри зданий. Когда речь идет о моделировании сети внутри здания, то основными видами препятствий являются статические препятствия (окна, стены, беспроводные точки доступа и пр.). Такие препятствия могут иметь различные размеры, пропускающую способность и способ воздействия на беспроводные точки доступа. Предлагаемая в исследовании модель распространения радиосигнала для обработки препятствий ориентирована на учет статических препятствий в реальном здании и подойдет для генерации радиосигналов беспроводных точек доступа с дифракцией, преломлением, отражением и затуханием, с учетом задержки радиосигнала и его длины.

Ключевые слова: препятствия для радиосигнала, беспроводная точка доступа, преодоление препятствий, стохастические модели, статические препятствия

MATHEMATICAL MODEL AND ALGORITHM OF RADIO SIGNALS PROPAGATION TO SUPPORT THE EFFICIENT DESIGN FOR WIRELESS NETWORKS

^{1,2}Cu Duc Toan, ¹Akhmetshin D.A., ¹Nuriev N.K., ¹Pecheny E.A.,

²Do Cao Minh, ²Pham Thi Thuy, ²Le Van Diep, ²Dao Minh Sang

¹Kazan National Research Technological University, Kazan,

e-mail: toancdit@gmail.com, nurievnk@mail.ru;

²Viet Tri University of Industry, Vietnam,

e-mail: toancd@vui.edu.vn, minhchc.it@gmail.com, thuypt101@gmail.com

The design of wireless networks in the current conditions is a fairly relevant area in telecommunications. Various factors are taken into account when designing such networks. Among these factors are the presence of obstacles that interfere with the normal operation of the wireless access point's radio signal. The obstacles that interfere with the normal operation of the wireless access point's radio signal are different, and can be both static and moving. The presence of specific obstacles depends on the tasks facing the wireless connection and the location of the wireless connection. So, if we are talking about outdoor wireless connections, then obstacles that interfere with the normal operation of wireless connections can be both moving (vehicles) and static (buildings, trees, etc.). Inside buildings, almost all obstacles are static. The study analyzes the problems of overcoming typical static obstacles inside buildings. When it comes to modeling a network inside a building, the main types of obstacles are static obstacles (windows, walls, wireless access points, etc.). Such obstacles can have different sizes, bandwidth and the way they affect wireless access points. The radio signal propagation model proposed in the study for obstacle processing is focused on taking into account static obstacles in a real building and is suitable for generating radio signals from wireless access points with diffraction, refraction, reflection and attenuation, taking into account the delay of the radio signal and its length.

Keywords: obstacles to the radio signal, wireless access point, overcoming obstacles, stochastic models, static obstacles

Беспроводные сети используют для решения различных задач, так как они играют важную роль в поддержке коммуникаций, в том числе в помещениях. Однако на эф-

фективность работы беспроводного сигнала могут влиять различные препятствия [1]. В данной связи весьма актуальной задачей видится выработка оптимального решения,

минимизирующего влияние препятствий на работу радиоканала.

Вопросы преодоления препятствий являются особенно сложными, поскольку [2, 3] радиосигналам мешают различные препятствия, как статические, так и движущиеся. С учетом ограниченной дальности связи антенн, используемых в Wi-Fi, сигнал может ослабляться еще и препятствиями.

Цель исследования – разработка математической модели с учетом влияния на распространение радиосигналов дифракции, ослабления, преломления и отражения, а также пересечений между препятствиями. В настоящем исследовании анализируется проблематика преодоления типичных статических препятствий внутри зданий. Когда речь идет о моделировании сети внутри здания, то основными видами препятствий являются статические препятствия (окна, стены, беспроводные точки доступа и пр.). Такие препятствия могут иметь различные размеры, пропускающую способность и способ воздействия на беспроводные точки доступа.

Материалы и методы исследования

В телекоммуникациях стохастические модели геометрии беспроводных сетей относятся к математическим моделям на основе стохастической геометрии, которые предназначены для представления аспектов беспроводных сетей. Наиболее широко используемые стохастические модели распространения радиосигнала – это модель свободного пространства [4], двухлучевая модель отражения от земли [5], затухание по Рэлею [6], модель Лонгли – Райса (прогнозирование затухания), различные модели затенения [7], модель потерь на логарифмическом расстоянии, смешанные стохастические модели [7, 8]. Так, одни модели не учитывают размеры препятствий, другие, например модель затухания по Рэлею, не учитывают работу беспроводных каналов с компонентом LOS (Line of Sight, LOS).

В научных работах рассматривались математические модели распространения радиосигналов внутри зданий. В [9] было показано, что канал распространения радиосигнала внутри зданий является сложным, поскольку препятствия с различными физическими свойствами могут по-разному влиять на распространение сигнала, поверхностное отражение, рассеяние, засорение и потери при проникновении в материал могут привести к серьезным затуханиям принимаемого сигнала, особенно на частоте 2,4 ГГц, а также представлено сравнение потерь на трассе в свободном пространстве, полученных в диапазонах

2,4 и 5 ГГц, которые в основном используются для сетей Wi-Fi внутри зданий, и в диапазоне 60 ГГц. В статье рассмотрены вопросы проектирования беспроводных сетей внутри здания. Основной проблемой автора при проектировании беспроводных сетей является необходимость учета статических препятствий, которые ухудшают качество передаваемого сигнала. Также на величину отношения сигнал/помеха-шум на входе приемного устройства оказывает влияние среда распространения, которая поглощает мощность радиоволн. Кроме того, на снижение качества принятого сигнала влияют другие источники радиоволн. Отмеченные выше негативные воздействия на беспроводные сети были учтены авторами при разработке математической модели распространения радиосигнала внутри помещений. Данная модель была представлена в виде блок-схемы. Также авторы представили математические выражения используемых математических моделей: распространения сигнала в свободном пространстве, потерь на логарифмическом расстоянии, стохастические модели для вычисления отношения сигнал/помеха-шум SINR (Signal-to-Interference Noise Ratio, SINR). Научная новизна в статье определяется разработкой новой математической модели, позволяющей проектировать беспроводные сети внутри здания с учетом препятствий на пути распространения радиосигнала и негативного влияния других точек доступа.

Работа системы, позволяющей справляться со статическими препятствиями, может быть описана следующим образом. Чтобы знать, с какими устройствами (включая беспроводные точки доступа) и устройствами, находящимися в соседних помещениях, конкретная беспроводная точка может взаимодействовать, авторы разработали следующий протокол: беспроводная точка доступа отправляет сигнал только тем устройствам, которые находятся в зоне действия ее радиосвязи.

Наиболее оптимальным видится использование сигналов радиомаяка для передачи сообщений всем устройствам (включая беспроводные точки доступа), включая устройства, находящиеся в соседних помещениях. При этом используются такие методы подачи сигнала, как ранний протокол произвольного доступа «ALOHA» (Advocates of Linux Open-source Hawaii Association, ALOHA) и периодическая подача сигнала. В указанных методах авторы выбирали подход «помеченный пользователь» для того, чтобы проанализировать сигнал ALOHA с конечным пользователем.

Результаты исследования и их обсуждение

После передачи сигнала беспроводная точка выполняет предложенный авторами алгоритм модели распространения радиосигнала. Алгоритм определяет, к какому устройству (включая беспроводные точки доступа) или устройству, находящемуся в соседних помещениях, лучше всего подключаться (они будут отмечены как «соседи»), и отправляет сигнал всем выбранным соседям. Эти шаги показаны на рис. 1.

Модель работает следующим образом: сначала осуществляется процесс распространения сигнала, в котором беспроводные точки доступа передают данные на все устройства в помещении. Далее рассчитывается отношение сигнал/помеха плюс шум

SINR и проверяется, превышает ли это отношение заданное пороговое значение или равно ему. Для поставленной задачи берем стандартизированные модели (шаг 1).

Модель распространения в свободном пространстве будет использоваться для того, чтобы спрогнозировать уровень принимаемого сигнала. Модель затенения будет использоваться для выражения препятствий в среде их распространения, которая определяется рядом физических значений. Модель затухания используем для совместного представления эффектов, создаваемых препятствиями. Сначала используем значения для расчета SINR на стороне конкретной точки доступа, затем идентифицируем статичные препятствия (стены, устройства). Затем препятствия идентифицируются и моделируются в виде различных форм (шаг 2) (рис. 2).

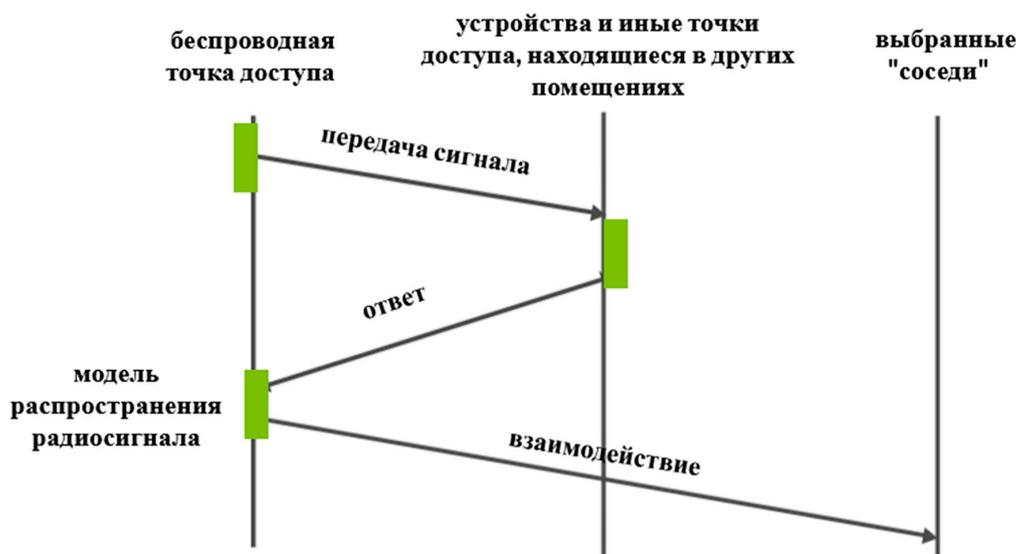


Рис. 1. Поток сигналов системного протокола

Обозначения, используемые в модели распространения радиосигнала для обработки препятствий

Наименование обозначения	Расшифровка обозначения	Наименование обозначения	Расшифровка обозначения
U	Порог ослабления, необходимый для успешного приема	G_t	Усиление антенны передатчика
T_i	Количество беспроводных точек доступа	G_r	Усиление антенны приемника
MT_i	Набор беспроводных точек доступа	λ	Длина волны
L_i	Местонахождение беспроводной точки доступа i	d_{ij}	Расстояние между узлом i и узлом j
r	Диапазон радиосвязи для каждой беспроводной точки	O_k	Препятствие
P_i	Мощность передаваемого сигнала	D_k^{ij}	Набор линейных сегментов
N_0	Уровень шума		

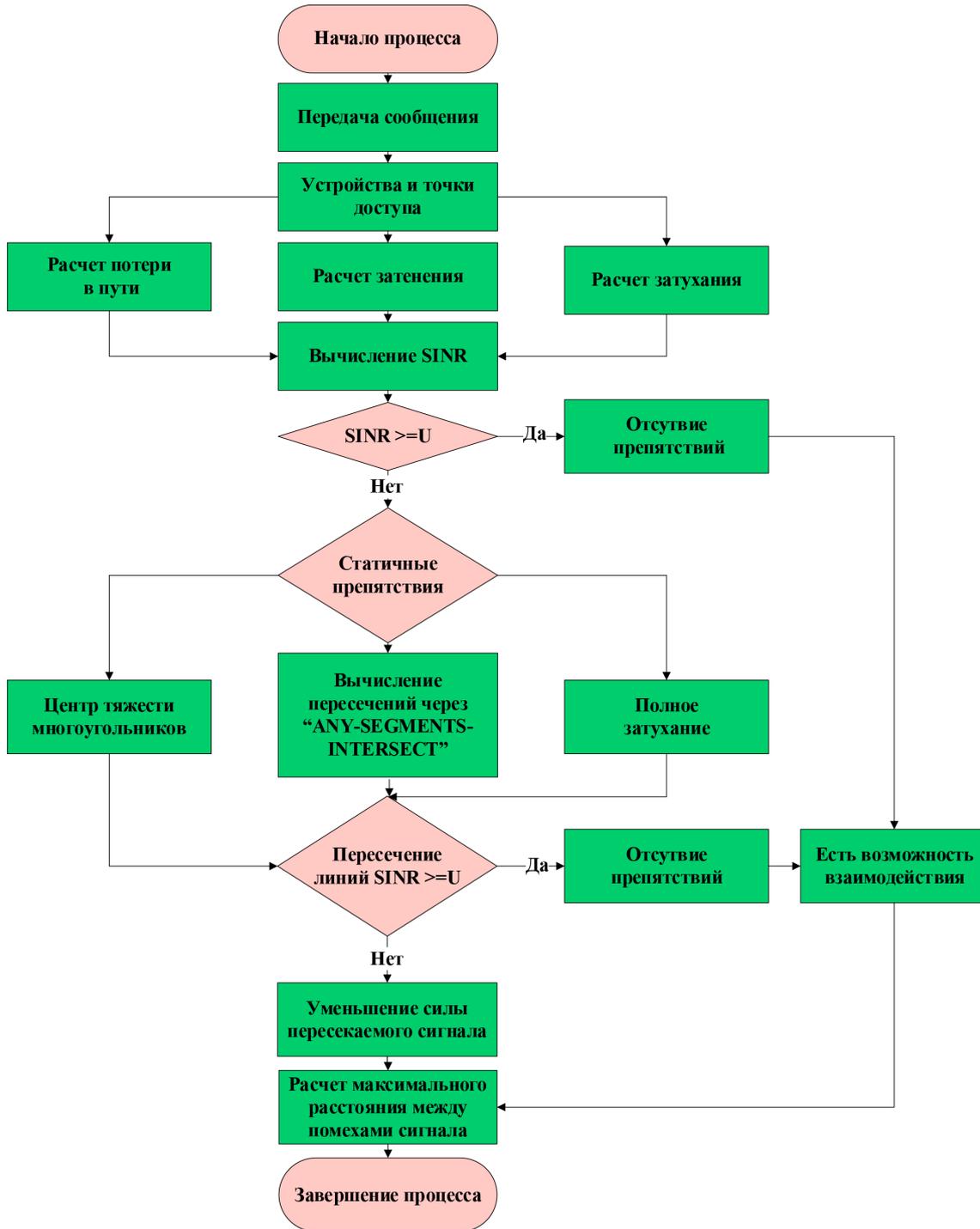


Рис. 2. Блок-схема предлагаемой модели распространения радиосигнала для обработки препятствий

Третьим шагом в модели является расчет максимального расстояния между помехами между всеми устройствами (включая беспроводные точки доступа) и устройствами, находящимися в соседних помещениях с беспроводной точкой доступа. Учет пре-

пятствий для подключения к вычислительной сети позволит подобрать оптимальные параметры построения сети и обеспечить дополнительное ослабление всех препятствий, из-за которых возникают проблемы с подключением. В таблице показаны обо-

значения, используемые в модели распространения радиосигнала для обработки препятствий.

Предположим, что беспроводная точка доступа i передает связь множеству устройств, в том числе таким же беспроводным точкам доступа T в радиодиапазоне, включая устройства, находящиеся в соседних помещениях, в которых также находятся точки доступа (назовем их «соседями»). Набор «соседей» для беспроводной точки доступа i можно описать следующим выражением:

$$MT_i = \{j \mid \text{раст}(i, j) < r\}, i, j = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, n \} \quad (1)$$

где $\text{раст}(i, j)$ – расстояние между беспроводной точкой доступа i и беспроводными точками доступа j и другими принимающими устройствами. Выражение (1) описывает, что если беспроводная точка доступа j находится в радиусе действия i , то j является соседом i . Также предполагается, что беспроводная точка доступа i может поддерживать связь с соседними беспроводными точками доступа j из их соответствующих местоположений, и с другими устройствами, находящимися в зоне распространения сигнала j , если SINR больше или равен определенному пороговому значению U , которое требуется для успешного приема. Значение порогового значения U устанавливается в соответствии с модуляцией, используемой в системе. Значение SINR для передачи от беспроводной точки доступа i к устройствам в зоне доступа j и j вычисляется как

$$\text{if}(\text{SINR}(i, j) \geq U). \quad (2)$$

Пороговое значение U устанавливается в соответствии с той модуляцией, которая используется в системе. Значение SINR для передачи от беспроводной точки i к j вычисляется как

$$\text{SINR}(i, j) = \frac{P_i f(i, j)}{N_0 + \sum_{k \neq i} P_k f(k, j)}. \quad (3)$$

В выражении (1.3) f – коэффициент усиления на пути от точки доступа i к принимаемому устройству j ; а P – мощность, которая передается беспроводной точкой доступа i . Все соседние точки доступа, отличные от i , создают помехи, если они передают радиосвязь одновременно, способствуя уровню шума N_0 .

Для прогнозирования уровня принимаемого сигнала от точки доступа i к точке доступа и устройствам j используем модель распространения в свободном пространстве. Для описания того, как сигнал, пере-

даваемый от беспроводной точки доступа i к принимающим устройствам j , затухает на расстоянии d в свободном пространстве, будем использовать уравнение Харольда Фрииса.

$$f_{PL}(i, j) = \frac{P_i G_t G_r \lambda^2}{(4\pi)^2 d_{ij}^2 L}, \quad (4)$$

где G_t и G_r – коэффициенты усиления антенны передатчика и приемника; λ – длина волны; а L – показывает потери в цепи.

Для выражения препятствия на пути распространения радиосигнала воспользуемся стохастической моделью затенения. Для описания уровня изменений сигнала в модели используется распределение Гаусса – Лапласа (логарифмически нормальное распределение):

$$f_{SH}(i, j) = 20 \log\left(\frac{4\pi d_{ij}}{L}\right) + 10n \log\left(\frac{d_{ij}}{d_0}\right) + M_\sigma, \quad (5)$$

где d_0 – расстояние опорное приблизительное, определяемое по итогу измерений вблизи точки доступа; n – показатель потерь в пути, отражающий скорость увеличения потери с увеличением расстояния; M_σ – случайная величина гауссовского распределения с нулевым средним значением, измеряемая в децибелах.

В условиях многолучевого распространения небольшие изменения в местоположении хоста могут привести к резким колебаниям уровня принимаемого сигнала. Это вызвано конструктивной и деструктивной интерференцией сигналов, принимаемых по нескольким трактам, при этом их фазовые сдвиги случайны. Аналогичным образом использовались режимы затухания с помощью термина $f_{FD}(i, j)$, которые были предложены в сочетании с моделью препятствий в [10], для совместного представления крупномасштабных и мелкомасштабных эффектов. В основе затухающей модели используется метод [11], объединяющий вышеприведенные стохастические модели для вычисления SINR на стороне беспроводной точки доступа:

$$f(i, j) = f_{PL}(i, j) f_{SH}(i, j) f_{FD}(i, j). \quad (6)$$

Теперь акцентируем внимание на моделировании препятствий. С учетом того факта, что беспроводная сеть находится в здании, основные типы препятствий будут статическими. Любое статическое препятствие может оказывать влияние на передачу радиосигнала, если какая-либо граница препятствия пересекается с радиосигналом передающего устройства.

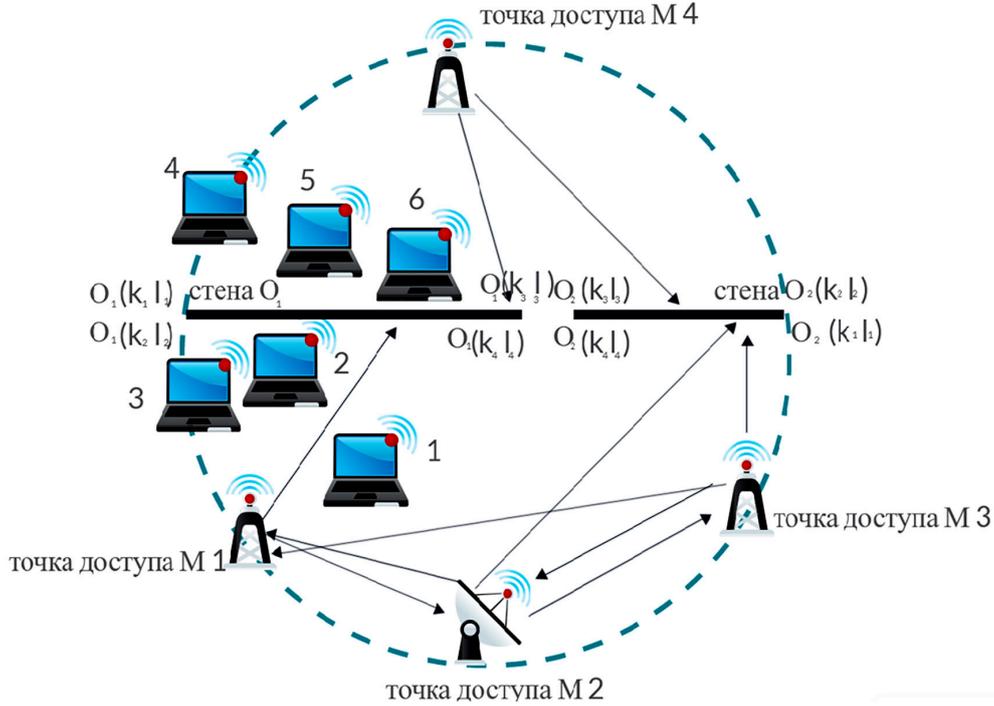


Рис. 3. Статические препятствия

С учетом того факта, что препятствия будут статическими, для моделирования препятствий необходимо вычислить отрезки линий и центра тяжести каждого препятствия. Центр тяжести $O_k(K_c, L_c)$ каждого препятствия будет определяться с использованием следующих уравнений:

$$M = \frac{1}{2} \sum_{i=0}^{F-1} (k_i l_{i+1} - k_{i+1} l_i), \quad (7)$$

$$K_c = \frac{1}{FM} \sum_{i=0}^{F-1} (k_i + k_{i+1})(k_i l_{i+1} - k_{i+1} l_i), \quad (8)$$

$$L_c = \frac{1}{FM} \sum_{i=0}^{F-1} (l_i + l_{i+1})(k_i l_{i+1} - k_{i+1} l_i), \quad (9)$$

где M – площадь; $k_i, l_i, k_{i+1}, l_{i+1}$ – координаты соответствующих вершин препятствия; F – количество вершин препятствия O_k .

На рис. 3 показаны статические препятствия (стены). Для проверки того, как радиосигнал пересекает препятствие, необходимо использовать алгоритм ANY-

SEGMENTS-INTERSECT (любые сегменты пересекаются), с учетом всех возможных угловых точек:

$$D_k^{ij} = \{ \overline{T_i M_j} \cap \overline{O_k(k_e, l_e) O_k(k_{e+1}, l_{e+1})} : 1 \leq e \leq n \}, \quad (10)$$

где n – количество точек статических препятствий.

Теперь опишем сценарий, представленный на рис. 3. Точка доступа М1 первоначально передает сообщение всем устройствам в пределах одного и того же помещения (1, 2, 3) и эти устройства могут легко подключиться к точке доступа. Однако устройства, находящиеся за стеной (4, 5, 6), заблокированы статическим препятствием – стеной. Общее затухание, вызванное всеми препятствиями в пределах диапазона связи точки доступа i , может быть рассчитано как

$$f_{OB}(i, j) = \prod_{O_k \in O} f_k^{g_k^{ij}}, \quad (11)$$

где g_k^{ij} – индикатор, указывающий на наличие препятствий и пересечений с ними и рассчитываемый из следующего выражения:

$$g_k^{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если ANY-SEGMENTS-INTERSECT } D_k^{ij} \text{ это истина} \\ 0, & \text{если не пересекаются, то иначе} \end{cases} \quad (12)$$

Таким образом [12–14], можно осуществлять расчет SINR на стороне устройства, подключаемого к беспроводной точке доступа, введя значение $f_{об}(i, j)$ ОБ в уравнение (3) и проверять выполнение условий через уравнение (2) при наличии большого количества препятствий на пути радиосигнала.

Ранее в научных работах похожий подход был предложен для проектирования радиотрасс для группы транспортных средств с учетом того факта, что в службах интеллектуальной транспортной системы на дорогах для установления сквозного соединения между транспортными средствами и сети «транспортное средство – инфраструктура» широко используются многочисленные беспроводные устройства. В работе [15] специфика моделирования радиосигнала основана на том, что радиотрассы для транспортных средств зависимы от статических и движущихся препятствий, которые могут блокировать радиосигналы в системах связи транспортных средств. В отличие от работы [15] в настоящем исследовании моделирование радиосигнала осуществлялось без учета движущихся препятствий, расчет модели ориентирован на то, что модель применима для статических препятствий в помещениях, включая такие препятствия, как иные беспроводные точки доступа, находящиеся в помещении.

Практическая цель проводимого исследования заключается в том, чтобы понять, с помощью каких моделей и алгоритмов распространения радиосигналов, позволяющих справляться со статическими препятствиями различного размера, будет обеспечен наиболее эффективный подход к проектированию беспроводных сетей. Так, например, в работе [16] разработан оптимальный подход к модели и алгоритмам распространения радиосигналов в неудовлетворительных погодных условиях (сильный дождь и град), вызывающих значительное ослабление частот выше 10 ГГц, поскольку дождевые капли имеют почти тот же размер, что и длины радиоволн.

Восприимчивость радиоволн к атмосферным воздействиям и эффектам затенения исследовалась в работе [17]. Эффект затухания в сочетании с высокими потерями в тракте исследовались в работе [18], в которой доказывается, что такое сочетание обеспечивает пространственное повторное использование частот, позволяя различным каналам связи работать одновременно на одной частоте, не создавая помех друг другу, что увеличивает общую пропускную способность сети. Однако такой подход адаптирован только для помещений, где зона покрытия может быть ограничена одной комнатой.

Однако канал распространения радиосигнала внутри помещений является настолько сложным из-за того, что препятствия с различными физическими свойствами могут по-разному влиять на распространение сигнала. Так, например, в работе [9] отмечается, что отражение от поверхности, рассеяние, закурорка и потери при проникновении материала могут серьезно ухудшать принимаемый сигнал, особенно на частоте 60 ГГц. Отсюда все вышеперечисленные явления распространения должны быть тщательно проанализированы для моделирования каналов радиоволн с учетом разных частот.

Теперь акцентируем внимание на таком факторе, как влияние на радиосигнал одной точки доступа иных точек доступа, находящихся в помещении. В зарубежных источниках отмечается, что сигнал, посылаемый одной точкой доступа, будет неизбежно влиять на все точки доступа в радиусе действия.

Чем дальше отдалены друг от друга точки доступа, тем меньше влияние их друг на друга в части препятствий для радиосигнала. По указанной причине при моделировании беспроводной сети доступа необходимо осуществление эффективного расчета максимального расстояния между точками доступа (помехами). Расчет в данном случае оптимально проводить по уравнению Харриса Фрисса:

$$d_I = \sqrt[\alpha]{\frac{P_{\max}}{P_{\min}} \left(\frac{\lambda}{4\pi}\right)^2}, \quad (13)$$

где P_{\min} – минимальная мощность на точке доступа, необходимая для создания помех; P_{\max} – максимальная передаваемая мощность.

При моделировании сети беспроводного доступа учет наличия препятствий в виде других точек доступа позволяет защитить сеть от взаимных помех. Дополнительное затухание, которое создается препятствиями, в вышеназванном случае будет оказывать влияние на максимальное расстояние между точками доступа (помехами). При этом так называемый эффект экранирования от препятствия может привести к отключению беспроводных точек доступа или привести к иным скрытым проблемам. Отсюда можно сделать вывод о необходимости учета эффекта экранирования при вычислении максимального расстояния между точками доступа (помехами). Расчет данного эффекта позволит минимизировать скрытые проблемы. При осуществлении расчета необходимо учитывать P_{\max} пропорциональное дополнительному ослаблению, которое

может создаваться всеми препятствиями радиоволнам. Отсюда оптимальным видится следующее уравнение:

$$d_i^{i,j} = \alpha \sqrt{f_{OB}(i,j) \frac{P_{\max}}{P_{\min}} \left(\frac{\lambda}{4\pi}\right)^2}. \quad (14)$$

Подводя итог, отметим, что при моделировании сетей беспроводного доступа наиболее актуальной является проблема преодоления препятствий различных свойств и размеров радиосигналам. Когда речь идет о моделировании сети внутри здания, то основными видами препятствий являются статические препятствия (окна, стены, беспроводные точки доступа и пр.). Такие препятствия могут иметь различные размеры, пропускающую способность и способ воздействия на беспроводные точки доступа.

Заключение

Согласно способу разработанная математическая модель распространения радиосигнала для обработки препятствий ориентирована на учет статических препятствий в реальном здании и подойдет для генерации радиосигналов беспроводных точек доступа с дифракцией, преломлением, отражением и затуханием, с учетом задержки радиосигнала и его длины.

Фактически было показано, что модель распространения радиосигнала, предложенная автором для описания крупномасштабных эффектов экранирования, сочетается со стохастическими моделями, описывающими меньшие масштабы. В работе описываются как крупномасштабные, так и мелкомасштабные эффекты, при этом сохраняется достаточная сложность для моделирования больших сетей за приемлемый промежуток времени. Данная проблема будет исследована и реализована автором в следующих работах.

Практическая значимость представленной в статье исследовательской работы заключается в том, что разработанная математическая модель может быть использована специалистами, занимающимися проектированием беспроводных сетей внутри сооружений.

Список литературы

1. Ахметшин Д.А., Ку Дык Тоан, Нуриев Н.К., Печеный Е.А. Постановка математической задачи организации беспроводной сети по технологии WiFi с фильтрацией контента // *Современные наукоемкие технологии*. 2019. № 11-1. С. 15–23.
2. Печеный Е.А., Нуриев Н.К., Старыгина С.Д. Самоорганизующаяся кластеризация потока больших данных // *Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии*. 2020. № 1 (49). С. 10–20.
3. Думов М.И., Хабаров С.П. Моделирование беспроводных сетей в среде OMNET++ с использованием INET frame-

work // *Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики*. 2019. Т. 19, № 6. С. 1151–1161.

4. Абилов А.В. Распространение радиоволн в сетях подвижной связи: теоретический материал и задачи для практических занятий. Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2001. 24 с.

5. Clarke R.H. A statistical theory of mobile radio reception // *Bell Systems Technical Journal*. July-August 1968. Vol. 47, Is. 6. P. 957–1000.

6. Geraschenko V.S., Grishin A.S., Gartung N.I. Approaches for the calculation of rayleigh damping coefficients for a time-history analysis // *Transactions on The Built Environment, WIT Press* 2018. Vol. 180. P. 227–237.

7. Грязнова И.Ю., Курин В.В., Лабутина М.С., Харчев В.А. Исследование влияния эффектов затенения на рассеяние акустических сигналов на дискретных случайных неоднородностях // *Вестник ННГУ*. 2011. № 5–3. С. 30–37.

8. Ляндрес В.З. Компонентная модель фединга // *Информационно-управляющие системы*. 2017. № 5 (90). С. 113–115.

9. Leticia Carneiro de Souza, Celso Henrique de Souza Lopes, Rita de Cassia Carletti dos Santos, Arismar Cerqueira Sodr  Junior, Luciano Leonel Mendes. A Study on Propagation Models for 60 GHz Signals in Indoor Environments // *Frontiers in Communications and Networks*. January 2022. Sec. Wireless Communications. Vol. 2. P. 1–14. URL: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frcmn.2021.757842/full> (дата обращения: 19.03.2024). DOI: 10.3389/frcmn.2021.757842.

10. Мамченко М.В., Зорин В.А., Романова М.А. Эмпирическая модель расчета затухания сигнала с учетом коэффициента застройки местности для беспилотных транспортных средств // *Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН*. 2022. Вып. 1. С. 59–73.

11. Польщиков К.А., Лазарев С.А., Киселева Е.Д., Киселев В.Е. Математические модели для оценки использования радиоканалов при передаче потоков реального времени в беспроводной самоорганизующейся сети // *Инфокоммуникационные технологии*. 2019. Т. 17, № 3. С. 336–341

12. Cu Duc Toan, Viktoriya V. Ling, Olga V. Ledneva, Sergey A. Kochkin, Gulnara A. Saparbekova. Mathematical Models for wireless Access Networks // *International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT)*. June 2019. Vol. 8, Is. 5. P. 2383–2387.

13. Gureev A.V., Shtern Yu.I., Shtern M.Y., Thurain Tun, Karavaev I.S. Mathematical Simulation of Indoor Wireless Networks // *Global Journal of Pure and Applied Mathematics*. 2016. Vol. 12, Is. 5. P. 4001–4010.

14. Маркова Е.В., Гольская А.А., Дзантиев И.Л., Гудкова И.А., Шоргин С.Я. Сравнительный анализ показателей эффективности модели беспроводной сети межмашинного взаимодействия, работающей в рамках двух политик разделения радиоресурсов // *Информатика и ее применения*. 2019. Т. 13, № 1. С. 108–116.

15. Muhammad Ahsan Qureshi, Rafidah Md Noor, Shahabuddin Shams Shirband, Sharmin Parveen, Muhammad Shiraz, Abdullah Gan. A Survey on Obstacle Modeling Patterns in Radio Propagation Models for Vehicular Ad Hoc Networks // *Arabian Journal for Science and Engineering*. February 2015. Vol. 40. P. 1385–1407.

16. Zhouyue Pi and Farooq Khan. Introduction to mobile broadband systems in the millimeter range // *IEEE Communications Magazine*. June 2011. Is. 6. P. 101–107. DOI: 10.1109/mcom.2011.5783993.

17. Rappaport T.S., Xing Y., MacCartney G.R., Molisch A.F., Mellios E., Zhang J. Overview of Millimeter Wave Communications for Fifth-Generation (5G) Wireless Networks-with a focus on Propagation Models // *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*. 2017. P. 6213–6230. DOI: 10.1109/TAP.2017.2734243.

18. Yilmaz T., Faydel E., Akan O.B. Employing 60 GHz ISM Band for 5G Wireless Communications // *IEEE International Black Sea Conference on Communications and Networking (BlackSeaCom)*. 2014. P. 77–82. DOI: 10.1109/blackseacom.2014.6849009.

УДК 658.562.3

DOI 10.17513/snt.40043

КАЧЕСТВО И ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ

¹Левенцов А.Н., ²Левенцов В.А., ²Ходырев В.В.

¹ЧОУ ВО «Санкт-Петербургский университет технологий управления и экономики»,
Санкт-Петербург, e-mail: drlev@mail.ru;

²ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»,
Санкт-Петербург

Цель настоящего исследования состоит в определении влияния цифровой трансформации экономики в Российской Федерации на повышение качества продукции. Для достижения этой цели в статье проанализированы источники научно-технической информации, содержащие как теоретический, так и практический опыт влияния цифровых технологий на качество производимой продукции. На качество продукции влияет большое количество всевозможных факторов, одним из которых является «человеческий» фактор. Из-за необходимости регулярного повышения квалификации у работников падает интерес к приобретению новых профессий. Цифровая трансформация производственных процессов приводит к снижению влияния «человеческого» фактора на качество производимой продукции. Переход на более совершенные и интегрированные цифровые технологии представляет собой новый этап в развитии контроля качества продукции: «Качество 4.0», представляющее собой адаптивную способность производства реагировать на возникающие реалии. В последнее время активно развиваются технологии так называемого «искусственного интеллекта», опыт применения которого показывает сокращение количества производственных дефектов и повышение удовлетворенности клиентов. При этом широкое применение искусственного интеллекта может приводить к негативным последствиям. Предложены решения проблем негативного влияния на качество продукции как «человеческого» фактора (увеличение вложений в человеческий капитал; непрерывное повышение квалификации преподавателей и наставников; преодоление сопротивления сотрудников нововведениям; внедрение новых цифровых технологий), так и технического фактора (переход на использование концепции «Качество 4.0»; применение при контроле качества производимой продукции искусственного интеллекта).

Ключевые слова: качество, цифровая трансформация, искусственный интеллект, человеческий фактор

QUALITY AND DIGITAL TRANSFORMATION

¹Leventsov A.N., ²Leventsov V.A., ²Khodyrev V.V.

¹Saint Petersburg University of Management Technologies and Economics, Saint Petersburg,
e-mail: drlev@mail.ru;

²Peter the Great Saint Petersburg Polytechnic University, Saint Petersburg

The purpose of this study is to determine the impact of the digital transformation of the economy in the Russian Federation on improving product quality. To achieve this goal, the article analyzes sources of scientific and technical information containing both theoretical and practical experience of the influence of digital technologies on the quality of manufactured products. The quality of products is influenced by a large number of all kinds of factors, one of which is the “human” factor. Due to the need for regular advanced training, workers are losing interest in acquiring new professions. Digital transformation of production processes leads to a decrease in the influence of the “human” factor on the quality of products. The transition to more advanced and integrated digital technologies represents a new stage in the development of product quality control: “Quality 4.0,” which is the adaptive ability of production to respond to emerging realities. Recently, technologies of the so-called “artificial intelligence” have been actively developing, the experience of which shows a reduction in the number of manufacturing defects and an increase in customer satisfaction. At the same time, the widespread use of artificial intelligence can lead to negative consequences. Proposed solutions to the problems of negative impact on the quality of products as a “human” factor: an increase in investments in human capital; continuous professional development of teachers and mentors; overcoming employee resistance to innovation; introduction of new digital technologies and technical factors: transition to the use of the Quality 4.0 concept; application in quality control of manufactured artificial intelligence products.

Keywords: quality, digital transformation, artificial intelligence, human factor

В современных рыночных условиях, усложненных влиянием санкционной политики Запада по отношению к Российской Федерации, одной из основных задач любого предприятия по обеспечению своего дальнейшего развития является поддержка высокого качества своей продукции, являющегося важнейшим показателем его производственной деятельности. Роль повышения качества товаров и услуг особенно выросла в связи с ужесточением конкуренции в условиях глобализации мировой экономики.

Основополагающая роль по обеспечению высокого качества производимых товаров и оказываемых услуг принадлежит государству. Так, принятые в РФ Законы «О защите прав потребителя» [1], «О техническом регулировании» [2] и «Об обеспечении единства измерений» [3] направлены на установление барьеров по недопущению на рынок товаров с низким качеством, способных нанести вред как здоровью людей, так и безопасности. Особое значение качеству продукции и услуг уделяется государством

в условиях сегодняшней мобилизационной экономики, так как повышение качества непосредственно влияет на конкурентоспособность товаров как на внутреннем, так и внешнем рынках.

Известно, что на качество продукции влияют различные факторы. Основными среди них являются технический и так называемый «человеческий» факторы, оказывающие значительное воздействие на качество производимой продукции и имеющие потенциальную возможность снижения уровня ее качества, например, из-за отсутствия должного контроля за качеством поступающего материала, комплектующих, отклонений от технологии или недобросовестного отношения к своим обязанностям рабочих.

Существенным фактором повышения качества и, соответственно, конкурентоспособности производимой продукции является проводимая в настоящее время цифровая трансформация производства, означающая «изменение системы управления деятельностью того или иного предприятия, обеспечиваемое внедрением цифровых технологий» [4, с. 64] и представляющая собой абсолютно новый этап в развитии контроля качества продукции и снижающая в том числе влияние на него «человеческого» фактора.

Цель настоящего исследования состоит в определении влияния цифровой трансформации экономики в Российской Федерации на повышение качества продукции.

Материалы и методы исследования

В статье проанализировано влияние развития цифровой трансформации экономики на повышение качества производимых товаров, в том числе проанализирован и обобщен как теоретический, так и практический опыт изучения влияния цифровых технологий на качество производимой продукции отечественными и зарубежными исследователями.

Результаты исследования и их обсуждение

Одними из важнейших среди факторов, влияющих на качество продукции, являются навыки и профессионализм сотрудников [5], то есть так называемый «человеческий» фактор, оказывающий существенное воздействие на качество производимой продукции. Дело в том, что использование в производственном процессе работников с низкой квалификацией или недобросовестно относящихся к своим обязанностям ведет к снижению качества их работы. И здесь в помощь руководству предприятия приходит использование возможностей цифровой трансформации производства.

Практика использования цифровых производств показала комплексность применения компьютерных технологий на всех стадиях жизненного цикла производства тех или иных изделий, в том числе и так называемых «цифровых двойников», представляющих собой технологические процессы производства конкретных изделий или их же, но представленных в цифровом формате. Наличие обратной связи цифровых двойников предоставляет возможность оптимизировать работу их двойников – оригиналов.

При этом надо понимать, что, используя цифровые производства, мы сокращаем затраты и риски в процессе производства, а также объемы инвестирования в него. Кроме того, цифровая трансформация производств приводит к ускорению сроков введения оборудования в эксплуатацию, экономии производственных площадей, выявлению потенциально «узких мест» и других производственных проблем.

В дополнение к этому цифровая трансформация производственных процессов приводит к снижению влияния «человеческого» фактора на качество производимой продукции, так как использование в процессе производства низкоквалифицированного персонала будет отрицательно сказываться на качестве труда. Это обстоятельство требует от предприятий и организаций существенных вложений в так называемый «человеческий капитал», который основан на базе полученного работником опыта и вложенных затрат в его образование и квалификацию.

На «кадровые» риски при цифровой трансформации систем управления качеством продукции обращает внимание в своей работе Е.В. Левченко, включая возможное снижение профессионального мастерства у отдельных работников. При внедрении цифровых технологий возникает вероятность падения интереса у работников к приобретению этих профессий в связи с тем, что всего лишь через небольшое время им вновь необходимо переучиваться. Кроме того, проблема отмирания старых и возникновения новых профессий в условиях цифровой трансформации экономики неизбежно влечет за собой и проблему подготовки преподавателей новым профессиям [6, с. 11–12].

Переходя на цифровое управление качеством, нельзя забывать и о таком негативном качестве «человеческого» фактора, как сопротивление изменениям. Дело в том, что, внедряя то или иное изменение в организации, руководитель всегда встречает сопротивление персонала. Чтобы избежать его или снизить степень сопротивления, ему необходимо уметь убедительно разъяснить сотрудникам получаемые от изменения выгоды.

Вместе с тем необходимо тщательно проанализировать причины сопротивления персонала планируемым изменениям в организации и разработать меры по их нейтрализации [7, с. 136].

Авторы согласны с мнением профессора Э. Голдратта – создателя теории ограничения систем, утверждающего, что люди сопротивляются не любым изменениям, а тем из них, которые кажутся им невыгодными. Поэтому главное состоит в том, чтобы объяснить персоналу выгоду от реализации планируемых изменений, показав перевес получаемых им выгод над их отрицательными последствиями [8].

Осуществляющийся в настоящее время переход на все более совершенные и интегрированные цифровые технологии представляет собой абсолютно новый этап в развитии контроля качества продукции: «Качество 4.0». Для промышленных производств это открывает не только новые возможности, но и вызывает необходимость адаптации к возникающим реальностям.

«Качество 4.0» можно определить как адаптивную способность того или иного объекта удовлетворять запросы конкретных потребителей при ориентировании на предпочтения заинтересованных сторон на каждом этапе его жизненного цикла. Под объектом же понимаются практически все результаты деятельности предприятий: от производимой продукции, работ и услуг до решений в области цифровой трансформации [9].

Указанное понятие «Качества 4.0» со всей определенностью подтверждает всеобщую цифровую трансформацию производственных процессов управления качеством продукции.

В последнее время для управления качеством продукции активно используется так называемый «искусственный интеллект» (ИИ), использующий полученную информацию для последующего обучения и развития. Как показывает опыт, использование ИИ сокращает количество производственных дефектов, повышая в конечном итоге удовлетворенность клиентов. Так, опыт контроля качества продукции с применением искусственного интеллекта на Тосненском машиностроительном заводе, производящем строительную технику, показал, что управление качеством в таком случае становится менее трудоемким, ведет к экономии ресурсов и времени вследствие того, что благодаря использованию ИИ комплексно решаются такие важнейшие задачи, как предотвращение сбоев в производстве, нахождение его потенциальных проблем и прочее [10, с. 674].

Важнейшим элементом контроля качества производимой продукции помимо

искусственного интеллекта является нейросеть, обеспечивающая входной контроль качества поступающих на сборку деталей и комплектующих.

Видеомониторинг автоматически обеспечивает проверку качества поверхностей как поступающих на ту или иную технологическую операцию компонентов, так и выходящих после ее завершения узлов или изделий посредством анализа изображения нейросетью и выявления имеющихся дефектов.

Используя нейросеть, можно выявить различные дефекты деталей, узлов и изделий. Информация об обнаруженных дефектах сохраняется в виде аналитического документа, включающего в себя сведения о количестве забракованных деталей, типе дефектов и т.д. Далее уже с помощью нейросети определяется дефектность новых узлов и деталей с учетом производственных изменений.

Еще одним из элементов контроля качества изделий является «машинный» контроль качества сварных соединений, при использовании которого «механизированная рука» со встроенным ультразвуковым оборудованием анализирует сварные соединения, определяя наличие дефектов и направляя собранную информацию в соответствующие цифровые паспорта. Вследствие производимой при помощи нейросети обработки поступающей информации осуществляется более точная визуализация обнаруженных дефектов, позволяющая автоматически определять качество сварных соединений.

Применение таких систем, как искусственный интеллект и нейросеть, позволяет предприятиям снижать количество производственного брака, тем самым максимально повышая качество производимой продукции.

Зарубежный опыт использования подобных систем контроля качества показал, что применение искусственного интеллекта сокращает время контроля качества продукции на 80 %, сокращая при этом количество производственных дефектов на 7–10 % [11].

Кроме того, искусственный интеллект возможно и нужно использовать в целях оптимизации разработки новой и совершенствования существующей продукции и процессов ее производства, благодаря анализу отзывов потребителей продукции, данных об ее использовании и пр., что облегчит производителям разработку более качественных товаров и оптимизацию производственных процессов.

Несмотря на уже имеющийся положительный опыт использования ИИ, стоит задуматься и о возможных негативных последствиях дальнейшего широкого внедрения технологий искусственного интеллекта в экономику страны. Так, уже сейчас у

ряда компаний возникает беспокойство, что при бесконтрольном использовании ИИ, вследствие выполнения им ряда задач эффективнее человека, может значительно сокращаться занятость населения, тем самым приводя к росту безработицы. Дальнейшее развитие искусственного интеллекта приведет к появлению суперинтеллекта, который впоследствии может установить контроль над человечеством [12].

Снижения возможного негативного воздействия от использования ИИ можно добиться следующими мерами: разработкой и соблюдением соответствующих этических принципов и стандартов, учитывающих интересы и права людей, общественную безопасность; регулировкой и контролем развития и использования искусственного интеллекта, устанавливая для этого необходимые обязательства, нормы и правила для создателей и пользователей; обеспечением прозрачности и ответственности искусственного интеллекта, требуя обосновывать принимаемые решения, отвечать за сделанные ошибки, полученные негативные результаты и пр.; обучением соответствующих специалистов, а также повышением осведомленности и грамотности общества в этой области, формируя у него критическое мышление [13].

Заключение

Анализ показал положительное влияние как цифровой трансформации, так и использования искусственного интеллекта на качество производимой продукции или оказываемых услуг.

Авторами предложены решения имеющихся проблем негативного влияния на качество продукции «человеческого» фактора:

- увеличение вложений в человеческий капитал;
- непрерывное повышение квалификации преподавателей и наставников;
- преодоление сопротивления сотрудников нововведениям;
- внедрение новых цифровых технологий; а также технического фактора;
- переход на использование концепции «Качество 4.0»;
- применение при контроле качества производимой продукции искусственного интеллекта.

Потенциальные проблемы применения искусственного интеллекта возможно разрешить:

- разработкой и соблюдением соответствующих этических принципов и стандартов, учитывающих интересы и права людей;
- регулировкой и контролем развития и использования искусственного интеллекта;

- обеспечением прозрачности и ответственности искусственного интеллекта;
- обучением соответствующих специалистов, а также повышением осведомленности и грамотности общества в этой области.

Предложенные меры будут способствовать в первую очередь обеспечению высокого качества производимых товаров при цифровой трансформации производственных процессов, повышению их конкурентоспособности, а также снижению возможного негативного воздействия от использования искусственного интеллекта.

Список литературы

1. Закон РФ от 7 февраля 1992 г. № 2300-1 «О защите прав потребителей» [Электронный ресурс]. URL: <http://poptrebitel-russia.ru/?id=327> (дата обращения: 16.03.2024).
2. Федеральный закон «О техническом регулировании» от 27.12.2002 № 184-ФЗ (последняя редакция) [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_40241/ (дата обращения: 17.03.2024).
3. Федеральный закон «Об обеспечении единства измерений» от 26.06.2008 № 102-ФЗ (последняя редакция) [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_77904/ (дата обращения: 17.03.2024).
4. Левенцов В.А., Левенцов А.Н. Цифровое проектирование изделия и процессов производства как фактор повышения эффективности // Современные наукоемкие технологии. 2021. № 5. С. 63–67. DOI: 10.17513/snt.38659.
5. Мусаев Б.Ш. Факторы, влияющие на качество продукции // Экономика и социум. 2021. № 5 (84). Ч. 2. С. 748–752.
6. Левченко Е.В. Влияние цифровизации на развитие системы менеджмента качества // Вестник СГСЭУ. 2018. № 4 (73). С. 9–14.
7. Левенцов А.Н. Психологическая поддержка при принятии управленческих решений. В кн: Особенности принятия управленческих решений в социально-экономических системах: монография / Е.А. Мильская [и др.]; под ред. Е.А. Мильской. СПб.: ПОЛИТЕХ-ИРЕСС, 2020. 184 с. С. 130–141.
8. Голдратт Э.М., Кокс Д. Цель. Процесс непрерывного улучшения. М.: Попурри, 2014. 400 с.
9. Попова Л.Ф., Яшина М.Н. Возможности и вызовы четвертой индустриальной революции для развития менеджмента качества // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. 2018. № 2 (71). С. 100–103.
10. Никитин Г.А., Алексашина О.В. Применение нейросетей при контроле качества продукции в машиностроительном производстве. // XVII международная конференция «Российские регионы в фокусе перемен»: сборник докладов (Екатеринбург, 17–19 ноября 2022 г.). Екатеринбург: ООО ИД «Ажур», 2023. С. 672–675. [Электронный ресурс]. URL: <http://hdl.handle.net/10995/121884> (дата обращения: 05.03.2024).
11. Хатидже Камгоз Акдаг. Тотальное управление качеством посредством обнаружения дефектов в производственных процессах с использованием алгоритмов машинного обучения // Материалы Международного симпозиума по производственным исследованиям 2019 г. 2020. С. 508–516.
12. Последствия распространения систем искусственного интеллекта: вопросы, возникающие перед бизнесом [Электронный ресурс]. URL: https://www.wipo.int/tech_trends/ru/artificial_intelligence/ask_the_experts/tech_trends_ai_firth.html (дата обращения: 03.03.2024).
13. Эльстон А. Опасности и риски внедрения искусственного интеллекта [Электронный ресурс]. URL: <https://hashtelegraph.com/opasnosti-i-riski-vnedrenija-iskusstvennogo-intellekta/> (дата обращения: 26.03.2024).

УДК 004.93

DOI 10.17513/snt.40044

МЕТОДЫ АНАЛИЗА КОМПЬЮТЕРНОГО ПОЧЕРКА ДЛЯ БИОМЕТРИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ В ПРОЦЕДУРЕ ПРОКТОРИНГА

Родионов А.В., Шафаревич А.Д.

ФГБОУ ВО «Байкальский государственный университет», Иркутск,

e-mail: avr-v@yandex.ru, dmitrievaanastasiad@yandex.ru

В данной статье исследуется применимость нескольких алгоритмов для цифровой идентификации пользователя на основе компьютерного почерка. Компьютерный почерк представляет собой уникальный набор динамических и статических характеристик ввода информации посредством какого-либо устройства ввода/вывода. Целью данного исследования является сравнение качества классификации различных методов анализа компьютерного почерка для биометрической идентификации пользователей в контексте процедуры прокторинга. Для анализа взяты три различных алгоритма: метод k-ближайших соседей, длинная цепь элементов краткосрочной памяти и сверточная нейронная сеть. За основу принят анализ уникальных характеристик динамики нажатия клавиш, таких как временные интервалы между нажатиями, длительность нажатий. Описаны основные метрики оценки и характеристики настройки алгоритмов. В исследовании использовались следующие метрики оценки качества моделей: Accuracy, F1-мера и ROC-AUC, также представлены графики ROC-кривых. Обучение моделей проведено, результаты их работы представлены в сводной таблице. Сделан вывод о том, что все подходы применимы к идентификации пользователей, но наиболее высокие результаты показала сверточная нейронная сеть по всем примененным в работе метрикам. Предложенный инструмент идентификации пользователя по его клавиатурному почерку может быть использован для проведения процедуры аттестации путем интеграции с существующими системами дистанционного обучения.

Ключевые слова: дистанционное обучение, прокторинг, компьютерный почерк, нейронные сети, идентификация

METHODS OF COMPUTER HANDWRITING ANALYSIS FOR BIOMETRIC IDENTIFICATION OF USERS IN PROCTORING PROCEDURE

Rodionov A.V., Shafarevich A.D.

Baikal State University, Irkutsk, e-mail: avr-v@yandex.ru, dmitrievaanastasiad@yandex.ru

This article examines the applicability of several algorithms for digital user identification based on computer handwriting. Computer handwriting is a unique set of dynamic and static characteristics of information input through any input/output device. The purpose of this study is to compare the classification quality of various computer handwriting analysis methods for biometric user identification in the context of a proctoring procedure. Three different algorithms were used for analysis: k-nearest neighbors, long short-term memory, and convolutional neural network. The basis is an analysis of the unique characteristics of the dynamics of keystrokes, such as time intervals between keystrokes and the duration of keypresses. The main evaluation metrics and characteristics of tuning algorithms are described. The following metrics for assessing the quality of models were used in the study: Accuracy, F1-measure and ROC-AUC, graphs of ROC curves are also presented. The models have been trained, and the results of their work are presented in the summary table. It is concluded that all approaches are applicable to user identification, but the convolutional neural network showed the best results for all compared metrics. The proposed tool for identifying a user by his keyboard handwriting can be used to carry out the certification procedure by integrating with existing distance learning systems.

Keywords: distance learning, proctoring, keyboarding, neural networks, identification

В эпоху цифровизации образовательного процесса дистанционное обучение и проведение аттестации в режиме онлайн приобретают все большую популярность и значимость. Важным аспектом обеспечения качества и надежности этих процессов является применение эффективных методов контроля, в том числе прокторинга. Прокторинг – это комплекс мероприятий по контролю за дистанционными экзаменами с целью предотвращения академических нарушений. В рамках прокторинга используются различные технологии и методы, включая видеонаблюдение, мониторинг

активности на экране, а также анализ поведения пользователя. К последнему направлению может быть отнесены и методы биометрической идентификации, которые включают в себя процессы распознавания индивидуумов на основе одного или нескольких уникальных физиологических или поведенческих признаков. К традиционным методам относятся отпечатки пальцев, распознавание лица, голоса, сетчатки и радужки глаза. Определенного внимания заслуживает и анализ так называемого компьютерного почерка, который может предложить дополнительные возможности для

проведения процедуры прокторинга в тех задачах, которые могут быть реализованы посредством выполнения заданий (предполагающий ответ в виде «печатного» текста) и тестирования (при наличии «открытых» вопросов, также предполагающих набор текста в виде ответа).

Компьютерный почерк представляет собой уникальный набор динамических и статических характеристик ввода информации посредством какого-либо устройства ввода/вывода. Например, к динамическим характеристикам ввода текста пользователем через клавиатуру (клавиатурный почерк) можно отнести скорость набора, ритм и временные интервалы между последовательными нажатиями клавиш, в то время как статические характеристики включают в себя общую точность и стабильность набора. Эти параметры формируют индивидуальный «цифровой след», который может быть использован для идентификации личности. Эффективность клавиатурного почерка как инструмента аутентификации обусловлена его способностью к выявлению и верификации уникальных поведенческих паттернов пользователя, что делает его значимым инструментом в обеспечении безопасности, особенно в условиях дистанционного обучения и проведения онлайн-тестирования.

Целями данного исследования являются сравнение моделей и методов классификации, которые могут быть использованы для анализа компьютерного почерка (на примере датасета клавиатурного почерка) с целью биометрической идентификации пользователей в контексте процедуры прокторинга, а также оценка их эффективности и точности при идентификации индивидуальных поведенческих характеристик, проявляемых в процессе ввода текста на клавиатуре.

Материалы и методы исследования

В рамках исследования были рассмотрены и сравнены три различных алгоритма классификации для анализа компьютерного почерка: метод k-ближайших соседей (k Nearest Neighbors – kNN), длинная цепь элементов краткосрочной памяти (Long short-term memory – LSTM) и сверточная нейронная сеть (Convolutional neural network – CNN).

Метод kNN – один из самых известных метрических алгоритмов классификации [1, 2] (метрический алгоритм – это алгоритм классификации, основанный на вычислении оценок сходства между объектами с помощью функции расстояния между объектами). В процессе работы алгоритма k-ближайших соседей выполняются следующие ключевые шаги [3]:

1) определение расстояния от объекта, который нужно классифицировать, до каждого элемента в обучающем наборе данных, уже помеченного определенным классом;

2) выбор k элементов из обучающего набора, для которых расстояние до целевого объекта является минимальным (выбор значения k на начальном этапе производится случайным образом, после чего оптимальное значение k подбирается итеративно на основе анализа точности предсказаний для каждого из рассмотренных значений k);

3) классификация объекта на основе наиболее часто встречаемого класса среди k ближайших соседей, где итоговая принадлежность к классу может быть выражена как в виде числового значения, так и в форме названия класса, исходя из первоначальной маркировки классов в обучающем наборе данных.

Алгоритм может использовать разные функции расстояний: евклидово расстояние, манхэттенское расстояние, расстояние Махаланобиса и т.п. В данной работе представлена реализация алгоритма на основе евклидова расстояния. Сущность данной метрики заключается в определении кратчайшего расстояния между указанными точками, выраженного в виде длины прямой, соединяющей их, вычисляемого по теореме Пифагора [4]. В общем случае для n-мерного пространства:

$$p(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}$$

Подробнее с архитектурой алгоритма kNN и особенностями параметров можно ознакомиться в работе [5].

LSTM представляет особую разновидность архитектуры рекуррентных нейронных сетей (Recurrent neural network – RNN) для улучшения процесса обучения сети на основе длительных временных зависимостей. Эта модель была впервые представлена в 1997 году исследователями Сеппом Хохрайтером и Юргеном Шмидхубером [6]. Основная цель разработки LSTM заключалась в преодолении сложностей, связанных с изучением долгосрочных зависимостей, за счет способности сохранять информацию на различные промежутки времени – от краткосрочных до долгосрочных. Отличительной особенностью LSTM является отсутствие применения функции активации внутри рекуррентных блоков, что позволяет избежать размывания значений и исчезновения градиента в процессе обучения с использованием обратного распространения ошибок через время. Благодаря этому LSTM эффективно учится распознавать и

сохранять информацию на длительные периоды, что является естественной характеристикой этой модели, а не результатом специализированного обучения [6, 7].

Первым шагом работы LSTM является определение той информации, которая должна быть исключена из состояния ячейки. Эту функцию выполняет сигмоидальный слой forget gate layer. Этот слой генерирует числа между 0 и 1 для каждого атрибута в состоянии клетки, где 1 означает полное сохранение информации, а 0 – ее полное удаление. Следующий шаг включает в себя решение о том, какая новая информация будет сохранена в клетке. На этом этапе задействованы два процесса: первый, где сигмоидальный слой input layer gate определяет, какие данные необходимо обновить, и второй, где слой tanh-слой формирует вектор кандидатов на добавление в ячейку. Заключительная часть процесса заключается в определении, какая информация будет передана на выход [7].

CNN представляет особый вид нейронных сетей прямого распространения. Под прямым распространением понимается то, что распространение сигналов по нейронам идет по порядку, от первого слоя до последнего. Скрытых слоев в сети может быть достаточно много, все зависит от количества данных и сложности задачи [8]. Функционирование сверточных нейронных сетей часто описывается как процесс перехода от специфических атрибутов данных к более обобщенным характеристикам, а затем к еще более генерализованным понятиям, достигая уровня высокоуровневых концепций. В ходе этого процесса сеть автоматически формирует необходимую иерархию абстрактных признаков, отсеивая менее значимые детали и акцентируя внимание на ключевых аспектах. Однако подобная интерпретация носит скорее метафорический или иллюстративный харак-

тер. В действительности характеристики, генерируемые этими сетями, часто оказываются настолько сложными для понимания и трактовки, что при их практическом применении часто не стремятся разобраться в их сущности или корректировать их. Вместо этого, стремясь улучшить результаты распознавания, предпочтение отдают изменению структуры и архитектуры сети. Подробное описание механизма работы сверточных нейронных сетей представлено в работе [9].

Анализ проводился на основе датасета, предоставленного Кевином Киллоури и Ройем Максионом, который содержит данные о динамике нажатия клавиш [10]. Датасет представляет собой таблицу с полями, содержащими информацию о временных метках нажатия клавиш при вводе текста [11], имена столбцов кодируют тип информации о времени: например, столбец «DD.period.t» – описывается время, от нажатия клавиши «.» до нажатия «t» (рис. 1):

- H – время от нажатия до отпускания одной клавиши;
- DD – время от нажатия одной клавиши до нажатия следующей клавиши;
- UD – время от отпускания клавиши до нажатия следующей клавиши.

Для оценки эффективности моделей использовались метрики точности (Accuracy), F1-меры и площади под ROC-кривой (ROC AUC).

Результаты исследования и их обсуждение

Для проведения исследования было использовано следующее программное обеспечение:

- 1) язык программирования Python, для которого существует множество библиотек работы с данными и нейронными сетями;
- 2) среда разработки Pycharm IDE и Google Colab.

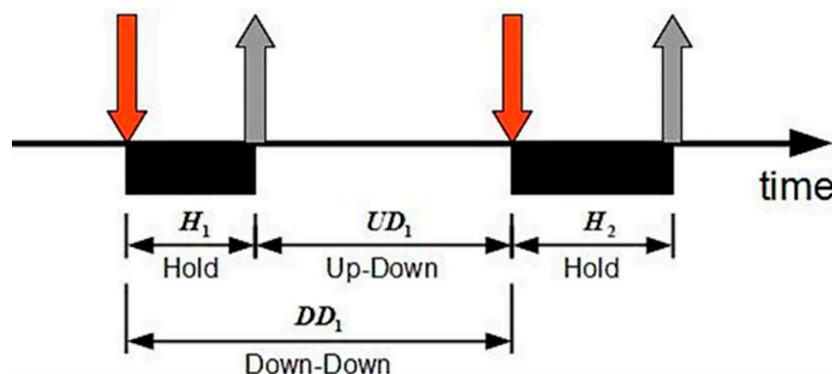


Рис. 1. Схема времени нажатия и отпускания клавиши

```

Epoch 18/30
447/447 [=====] - 7s 15ms/step - loss: 0.0030 - accuracy: 0.9811
Epoch 19/30
447/447 [=====] - 8s 17ms/step - loss: 0.0029 - accuracy: 0.9835
Epoch 20/30
447/447 [=====] - 7s 17ms/step - loss: 0.0031 - accuracy: 0.9802
Epoch 21/30
447/447 [=====] - 7s 17ms/step - loss: 0.0029 - accuracy: 0.9821
Epoch 22/30
447/447 [=====] - 7s 16ms/step - loss: 0.0030 - accuracy: 0.9809
Epoch 23/30
447/447 [=====] - 7s 17ms/step - loss: 0.0028 - accuracy: 0.9832
Epoch 24/30
447/447 [=====] - 7s 16ms/step - loss: 0.0025 - accuracy: 0.9851
Epoch 25/30
447/447 [=====] - 7s 16ms/step - loss: 0.0023 - accuracy: 0.9857
Epoch 26/30
447/447 [=====] - 7s 15ms/step - loss: 0.0026 - accuracy: 0.9853
Epoch 27/30
447/447 [=====] - 7s 16ms/step - loss: 0.0025 - accuracy: 0.9843
Epoch 28/30
447/447 [=====] - 8s 17ms/step - loss: 0.0025 - accuracy: 0.9851
Epoch 29/30
447/447 [=====] - 7s 16ms/step - loss: 0.0024 - accuracy: 0.9859
Epoch 30/30
447/447 [=====] - 7s 16ms/step - loss: 0.0022 - accuracy: 0.9865

```

Рис. 2. Фрагмент обучения CNN модели

Для расчетов в статье алгоритм kNN реализован посредством языка программирования Python с использованием библиотеки Scikit-learn, LSTM реализована на Python с использованием библиотеки Keras, CNN реализована на языке Python с использованием библиотек Keras и TensorFlow. Нейронные сети LSTM и CNN имели близкие настройки с целью лучшей сравнимости результатов, в частности были выбраны следующие параметры:

- количество эпох обучения = 30 (для реального использования это значение, конечно, мало, но для исследования сравнения моделей этого вполне достаточно, поскольку, чем больше эпох, тем дольше будет идти обучение);

- количество слоев модели = 5;
- функция активации = сигмоидная;
- алгоритм оптимизации = Adam;
- batch – количество сэмплов, которые необходимо взять для обновления параметров модели, было установлено в 32.

Фрагмент обучения CNN модели представлен на рисунке 2.

При исследовании весь датасет был разделен на тренировочные и тестовые данные в пропорциях 70:30 соответственно. Оценку качества моделей проводили с использованием следующих метрик [12]:

1. Ассигасу – метрика, которая описывает общую точность предсказания модели по всем классам. Она рассчитывается как от-

ношение количества правильных прогнозов к их общему количеству,

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

где TP (true positive) – классификатор верно отнес объект к рассматриваемому классу, TN (true negative) – классификатор показывает, что объект не принадлежит к рассматриваемому классу, FP (false positive) – классификатор неверно отнес объект к рассматриваемому классу, FN (false negative) – классификатор неверно показывает, что объект не принадлежит к рассматриваемому классу.

2. F_1 -мера – среднее гармоническое между precision и recall [13]:

$$F_1 = \frac{2}{\frac{1}{\text{Recall}} + \frac{1}{\text{Precision}}} = 2 \frac{\text{Recall} \cdot \text{Precision}}{\text{Recall} + \text{Precision}} = \frac{\text{TP}}{\text{TP} + \frac{\text{FP} + \text{FN}}{2}},$$

где Recall (полнота) – показывает отношение верно классифицированных объектов класса к общему числу элементов этого класса,

$$\text{Recall} = \frac{\text{TP}}{\text{TP} + \text{FN}},$$

Precision (точность) – показывает долю верно классифицированных объектов среди всех объектов, которые к этому классу отнес классификатор,

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

3. Кривая ROC – это график, который иллюстрирует качество работы классификационной модели. Ось X данного графика представляет собой FPR (False positive rate, частота ложноположительных результатов),

а ось Y – TPR (True positive rate, частота истинно-положительных результатов). Идеальная модель классификации будет стремиться к точке в верхнем левом углу графика, где TPR равно 1, а FPR равно 0. На основе кривой ROC строится AUC – Area Under the ROC Curve. Данная мера позволяет суммировать производительность модели одним числом – площадью области под кривой ROC. Оценка AUC варьируется от 0 до 1, где 1 – идеальный показатель, а 0,5 означает, что модель выдает ответ случайно [14].

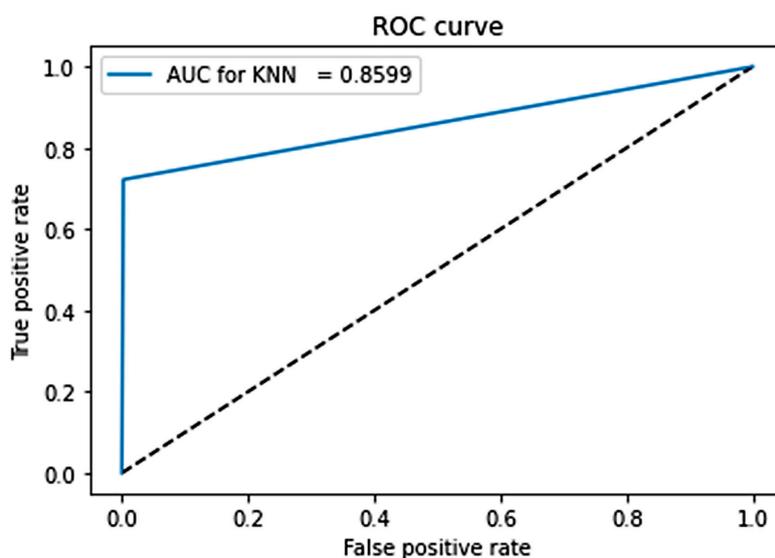


Рис. 3. График характеристики качества бинарного классификатора (ROC-AUC) для архитектуры алгоритма kNN

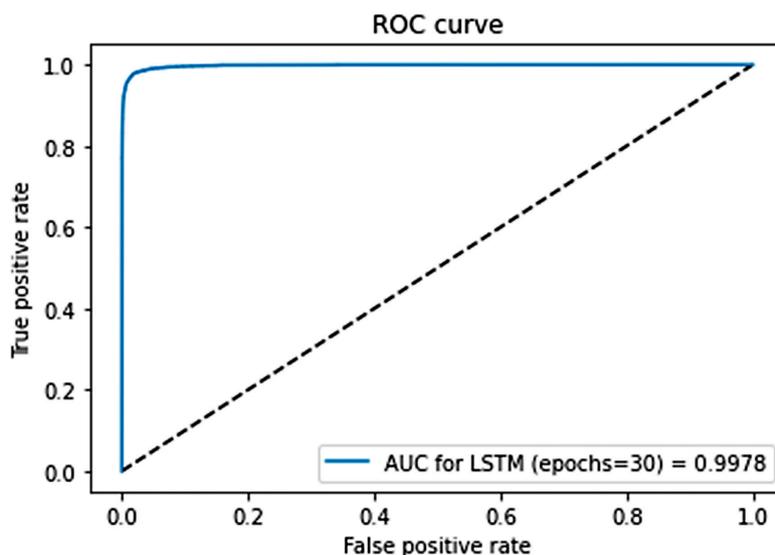


Рис. 4. График характеристики качества бинарного классификатора (ROC-AUC) для архитектуры LSTM

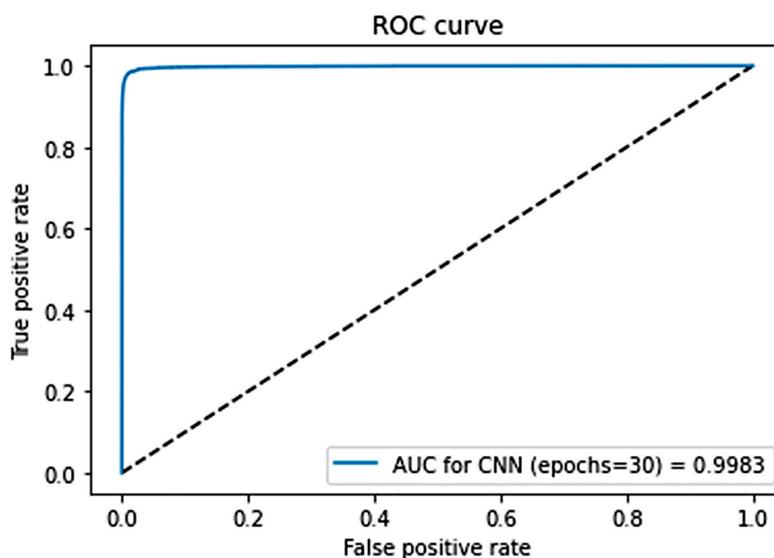


Рис. 5. График характеристики качества бинарного классификатора (ROC-AUC) для архитектуры CNN

Таблица 1

Результаты эксперимента замера метрик Accuracy, F1-мера, ROC AUC

	Accuracy	F1-мера (macro)	ROC AUC
kNN	0,7221	0,7749	0,8599
LSTM	0,8993	0,9301	0,9978
CNN	0,9351	0,9779	0,9983

Результаты расчетов (табл. 1) показали, что CNN превосходит остальные алгоритмы по всем трем метрикам: Accuracy составила 0,9351, F1-мера (macro) – 0,9779, ROC-AUC – 0,9983. Метод kNN и LSTM также показали хорошие результаты, но их показатели были ниже, чем у CNN.

Графики характеристик качества бинарного классификатора (ROC-AUC) для рассматриваемых алгоритмов представлены на рисунках 3, 4, 5.

Таким образом, CNN демонстрирует наибольшую эффективность среди рассмотренных методов классификации для идентификации пользователей по компьютерному почерку, опережая метод k-NN и LSTM, обеспечивая высокую точность классификации сложных паттернов поведения в рассматриваемом сценарии. А полученные значения метрик оценки качества классификации подтверждают потенциал использования динамических и статических характеристик компьютерного почерка пользователя как надежного средства идентификации, в том числе при проведении процедуры прокторинга.

Заключение

Технология идентификации по компьютерному почерку может значительно повысить эффективность и надежность процедуры прокторинга при проведении аттестации и проверки авторства работ за счет постоянного, но в то же время «ненавязчивого» процесса идентификации аттестуемого. Сильной стороной данного метода идентификации при использовании CNN является способность достаточно точно идентифицировать пользователей на основе уникальных характеристик ввода информации. Распознавание клавиатурного почерка не требует использования дорогостоящего специализированного оборудования (конечно, для обучения нейронных сетей высокопроизводительный сервер обработки данных желателен, но для обеспечения, например, видеопотока в режиме онлайн по множеству аттестуемых вложений в инфраструктуру потребуется гораздо больше), вследствие чего цена внедрения такой системы относительно невысока. Кроме того, мониторинг клавиатурного почерка можно производить непрерывно

и незаметно для пользователя, не отвлекая его внимание от проведения обучения или аттестации.

Тем не менее, внедрение такой модели в существующие системы прокторинга и онлайн-обучения сопряжено с рядом технических и организационных трудностей: необходимо организовать сбор данных, создать надежное хранилище данных с целью защиты персональных данных и конфиденциальности, собрать согласия пользователей на обработку их персональных данных и пр. Для успешного применения анализа компьютерного почерка потребуется адаптация существующих процедур обучения и аттестации (в том числе и фондов оценочных средств), чтобы обеспечить достаточность объема информации для обучения нейронных сетей.

Список литературы

1. Данилина Е. Ю. Метод k-ближайших соседей в задаче распознавания // Математическое и информационное моделирование. 2019. № 17. С. 80-84.
2. Malkov Y. A., Yashunin D. A. Efficient and robust approximate nearest neighbor search using hierarchical navigable small world graphs // IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence. 2018. Vol. 42. № 4. P. 824-836.
3. Черный С. Н. Метод K-Nearest Neighbors. Разбор без использования библиотек и с использованием библиотек. // Habr. [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/articles/680004/> (дата обращения: 15.03.2024).
4. Шумская А.О. Оценка эффективности метрик расстояния Евклида и расстояния Махаланобиса в задачах идентификации происхождения текста // Доклады ТУСУР. 2013. № 3(29). С. 141-145.
5. Родионов А.В., Ищенко К.Л. Исследование влияния параметров алгоритма k-ближайших соседей на метрики качества моделей // Современные наукоемкие технологии. 2023. № 1. С. 37-43. DOI 10.17513/snt.39496.
6. Lipton Z. C., Berkowitz J., Elkan C. A Critical Review of Recurrent Neural Networks for Sequence Learning. // Arxiv.org [Электронный ресурс]. URL: <https://arxiv.org/pdf/1506.00019> (дата обращения: 15.03.2024).
7. LSTM – сети долгой краткосрочной памяти. // Habr Wunder Fund [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/companies/wunderfund/articles/331310/> (дата обращения: 12.03.2024).
8. Андреева А.Н., Лезин И.А. Использование комбинации сверточной сети и сети долго-краткосрочной памяти для небинарной классификации текстов // Вопросы устойчивого развития общества. 2022. № 6. С. 1081-1087.
9. Воробьев Е. В., Пучков Е. В. Классификация текстов с помощью сверточных нейронных сетей // Молодой исследователь Дона. 2017. № 6(9). URL: <https://mid-journal.ru/upload/iblock/586/Vorobev-Puchkov-531.pdf> (дата обращения: 11.03.2024).
10. Киллури К.С., Максикон Р.А. Сравнение детекторов аномалий по динамике нажатия клавиш // 39-я ежегодная международная конференция по надежным системам и сетям (DSN-2009). 2009. С. 125-134.
11. Killourhy K., Maxion R. Keystroke Dynamics – Benchmark Data Set // Keystroke Dynamics [Электронный ресурс]. URL: <https://www.cs.cmu.edu/~keystroke/> (дата обращения: 14.03.2024).
12. Оценка моделей многоклассовой классификации // Qlik Help [Электронный ресурс]. URL: https://help.qlik.com/ru-RU/cloud-services/Subsystems/Hub/Content/Sense_Hub/AutoML/scoring-multiclass-classification.htm (дата обращения: 12.03.2024).
13. Оценка Micro и Macro F1 // Стивен Олрайт [Электронный ресурс]. URL: <https://stephenallwright.com/micro-vs-macro-f1-score/> (дата обращения: 12.03.2024).
14. Показатель AUC // Стивен Олрайт [Электронный ресурс]. URL: <https://stephenallwright.com/good-auc-score/> (дата обращения: 15.03.2024).

УДК 004.032.26
DOI 10.17513/snt.40045

РАЗРАБОТКА МУЛЬТИМОДАЛЬНОГО МЕТОДА СЕНТИМЕНТ-АНАЛИЗА ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ОРГАНИЗАЦИЯХ

Фазульянов Д.В., Гусева А.И.

*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва,
e-mail: fazulianov.dmitrii@gmail.com, aiguseva@mephi.ru*

Данная статья посвящена разработке метода мультимодального сентимент-анализа. Сентимент-анализ, известный также как анализ тональности, традиционно применяется в текстовой форме для выявления настроений в социальных медиа, потребительских отзывах и других областях, где критически важно понимание человеческих эмоций. Однако традиционные одномодальные подходы, ограничивающиеся только текстом, часто не учитывают нюансы, передаваемые интонациями, жестами или мимикой, доступные в аудио- и видеоданных. Разработка мультимодального метода сентимент-анализа открывает новые возможности для систем управления и принятия решений в организациях. Интеграция разнородных данных обеспечивает комплексное понимание человеческих эмоций, что позволяет повысить точность и обоснованность принятия управленческих решений. Использование мультимодального метода способствует более точному определению настроений и предпочтения клиентов, что является одним из ключевых факторов для поддержки принятия решений в области стратегического планирования и управления изменениями. С учетом современных достижений в области компьютерного зрения и обработки естественного языка в данной статье предлагается комплексная методика, объединяющая текстовые, аудио- и видеоданные для создания полной картины эмоционального состояния. Предложенный подход позволяет не только улучшить точность определения тональности, но и глубже понять ее контекст и вариативность. Представленный подход мультимодального сентимент-анализа демонстрирует, как технологии машинного обучения могут синергетически взаимодействовать для обработки разнородных данных, предоставляя возможности для исследования в области социальных медиа, маркетинга и бизнеса, а включение мультимодального анализа в процессы принятия решений предоставляет организациям механизм для улучшения их стратегической гибкости и оперативной эффективности.

Ключевые слова: сентимент-анализ, анализ тональности, тональность текста, тональность видео, тональность аудио, мультимодальный сентимент-анализ, организационная система, механизмы принятия решений на основе данных

DEVELOPMENT OF A MULTIMODAL METHOD OF SENTIMENT ANALYSIS TO SUPPORT DECISION-MAKING IN ORGANIZATIONS

Fazulianov D.V., Guseva A.I.

*National Research Nuclear University MEPHI (Moscow Engineering Physics Institute), Moscow,
e-mail: fazulianov.dmitrii@gmail.com, aiguseva@mephi.ru*

This article is devoted to the development of a method of multimodal sentiment analysis. Sentiment analysis, also known as sentiment analysis, has traditionally been used in text form to identify moods in social media, consumer reviews, and other areas where understanding human emotions is critically important. However, traditional single-modal approaches, limited only to text, often do not take into account the nuances conveyed by intonation, gestures or facial expressions available in audio and video data. The development of a multimodal method of sentiment analysis opens up new opportunities for management and decision-making systems in organizations. The integration of heterogeneous data provides a comprehensive understanding of human emotions, which improves the accuracy and validity of management decisions. The use of the multimodal method contributes to a more accurate determination of customer attitudes and preferences, which is one of the key factors for strategic planning and change management. Using modern advances in computer vision and natural language processing, this article offers a comprehensive methodology that combines text, audio and video data to create a complete picture of the emotional state. The proposed approach makes it possible not only to improve the accuracy of determining tonality, but also to better understand their context and variability. The presented approach of multimodal sentiment analysis demonstrates how machine learning technologies can work synergetically to process heterogeneous data, providing opportunities for research in the field of social media, marketing and business, and the inclusion of multimodal analysis in decision-making processes provides organizations with a tool to improve their strategic flexibility and operational efficiency.

Keywords: sentiment analysis, text tonality, video tonality, audio tonality, the organizational system, multimodal sentiment analysis, data-based decision-making mechanisms

Сентимент-анализ (или анализ тональности) является классом методов в компьютерной лингвистике для определения эмоциональной окраски в различных типах данных. Сентимент-анализ широко применяется для мониторинга социальных медиа, анализа потребительских отзывов, в маркетинге и в других областях, где важно

понимание чувств и мнений людей по отношению к какому-то событию или понятию, например атомной энергетике [1].

Как правило, при анализе тональности выделяют положительную тональность (благоприятные, утвердительные или оптимистические эмоции), негативную тональность (неблагоприятные или пессимистические эмоции) и нейтральную тональность (отсутствие ярко выраженных эмоциональных оценок или чувств) [2].

Еще одним смежным понятием в сентимент-анализе является эмоциональная окраска. В отличие от общего понятия тональности, эмоциональная окраска позволяет более точно классифицировать специфические эмоции, такие как удивление, страх, печаль, эйфория [3]. Это различие важно в контексте мультимодального сентимент-анализа, где разные каналы (текст, аудио и видео) могут передавать разные аспекты эмоций.

В условиях цифровой трансформации организационные системы сталкиваются с необходимостью быстрого и точного принятия решений. Мультимодальный сентимент-анализ предоставляет эффективный механизм для повышения эффективности таких систем, позволяя управляющим структурам лучше понять и предвидеть реакции клиентов на текущее положение, а также на различные изменения и нововведения. Прежде чем перейти к обсуждению сентимент-анализа как метода математического и компьютерного моделирования, важно кратко рассмотреть процесс выражения эмоций с точки зрения нейробиологии, включая социокультурные аспекты. Само научное изучение эмоций затрагивает множество дисциплин – от нейробиологии и нейрофизиологии, которые изучают механизмы возникновения и распознавания эмоций, до клинической медицины, эволюционной биологии и когнитивистики. В основе научного понимания эмоций лежат следующие аспекты.

1. Нейробиологические основы эмоций – многие медицинские исследования показывают, что такие структуры мозга, как гипоталамус, префронтальная кора и миндалевидное тело, играют ключевую роль в обработке и регуляции эмоций. Эти области мозга отвечают за аверсивные сигналы, например страх и тревогу, и учувствуют в высших когнитивных функциях – принятии решений и эмоциональной регуляции [4].

2. Выражение эмоций через жесты и мимику – работы Пола Экмана начиная с 1967 года демонстрируют универсальность выражений лица для основных эмоций в различных культурах. Пол Экман идентифицировал шесть базовых эмоций (счастье,

грусть, страх, отвращение, удивление и гнев) и разработал универсальную систему кодирования действий лица FACS, которая позволяет идентифицировать почти все возможные выражения лица. Этот метод и по сей день используется в методах глубокого обучения для определения векторов по изображениям лиц [5, 6].

3. Когнитивный аспект эмоций – согласно теории Ричарда Лазаруса, эмоции не возникают автоматически в ответ на события, а являются результатом когнитивной оценки, которая включает анализ соответствия событий личным желаниям, важности и возможности эмоциональной адаптации при понимании причины происходящего [7].

4. Влияние культуры на выражение эмоций – хотя основные эмоции универсальны, культурные и социальные нормы могут повлиять на то, как эмоции выражаются и интерпретируются.

Таким образом, одномодальные подходы к сентимент-анализу, например анализ исключительно текстовых данных, сталкиваются с серьезными ограничениями. Текстовые данные хоть и информативны, но не всегда способны передать полный спектр эмоционального фона, который может быть выражен через интонацию, жесты или выражения лица в аудио и видео. Например, иронию и сарказм часто трудно уловить только по тексту, без учета тона и контекста речи. Исследования показывают, что добавление аудиовизуальных данных значительно улучшает точность определения эмоций. Исследуя аудио и видео, можно обнаружить микроэкспрессии, вариации тембра голоса и другие невербальные сигналы, которые не учитываются при анализе только текста [8]. Пренебрежение аудиовизуальным контекстом приводит к упрощению восприятия сообщений, что критично в коммуникации, где звук и изображения играют центральную роль в передаче информации и эмоций.

С учетом этих ограничений одномодальных методов становится очевидной потребность в создании методов, интегрирующих мультимодальные данные, для более полного и точного понимания эмоциональной окраски. Предложенный в статье метод объединяет текстовые, аудио- и видеоданные, что способствует более глубокому анализу и повышает точность сентимент-анализа. Такой подход включает анализ широкого спектра данных – от текста до видео, что помогает создавать объективную картину эмоционального отношения к продукции, услугам или деятельности организации, что, в свою очередь, важно для принятия обоснованных управленческих решений, направленных на повышение удовлетворенности клиентов.

Целью исследования является разработка метода мультимодального сентимент-анализа. Этот метод интегрирует данные из различных каналов: текст, аудио и видео – для создания более глубокого и точного анализа эмоциональной окраски информации. Метод предназначен для интеграции в системы поддержки принятия решений, что не только позволит организационным системам эффективнее реагировать на изменения в настроениях и предпочтениях клиентов, но и обеспечит более обоснованное и стратегическое планирование.

Материал и методы исследования

Данное исследование фокусируется на методах сбора данных из различных источников, включая социальные сети, подкасты, телевизионные программы, а также видео- и аудиозаписи. Используются методы очистки и унификации для каждого типа данных (текст, аудио и видео), что необходимо для подготовки данных к дальнейшему анализу. Применяются специализированные методы и модели для каждого типа данных.

- Для видеоданных используется сверточная нейронная сеть (convolutional neural network, CNN) ResNet-50 для обработки визуальной информации и выявления эмоциональных сигналов.

- Для аудиоданных применяются такие методы, как спектральное преобразование и последующая обработка с использованием LSTM (Long-Short-Term-Memory), одной из разновидностей рекуррентных нейронных сетей (англ. recurrent neural network, RNN), для выявления эмоциональных нюансов в речи.

- Для текстовых данных используется трансформер BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformer) для извлечения текстовых признаков, учитывающих контекстуальные связи.

Для классификации эмоциональной окраски был разработан мультимодальный подход, в основе которого лежит агрегация признаков из различных источников. Этот процесс включает в себя обучение модели на основе метода опорных векторов (англ. support vector machine, SVM), классификацию сентиментов и последующую оценку эффективности полученной модели.

Результаты исследования и их обсуждение

Шаг 1: Сбор данных

Сбор данных является первым этапом любого метода сентимент-анализа. Этот процесс включает в себя отбор данных,

который может существенно различаться в зависимости от объектов исследования, платформ, на которых они размещены, и конечной цели анализа. Этот этап подразумевает многогранный подход к сбору данных, охватывающий текст, аудио и видео, что позволяет получить комплексное представление о передаваемых эмоциях.

- *Текстовые данные* – в зависимости от задачи текстовые данные могут быть собраны из социальных сетей, агрегаторов новостей, форумов, блогов и транскриптов аудио и видео.

- *Аудиоданные* – сбор аудио может включать, например, аудиодорожки подкастов, интервью и телевизионных программ, где звук является ключевым каналом передачи информации.

- *Видеоданные* – как и аудио, видеоматериалы собираются из различных источников, используются инструменты для извлечения как визуальной информации, так и аудиокomпонента.

Далее каждый собранный набор данных подвергается предварительной обработке и очистке для извлечения релевантной информации.

Шаг 2: Предобработка данных и извлечение признаков

Для эффективного сентимент-анализа важен тщательный процесс предобработки данных, который включает ряд специфических методов и инструментов для каждого типа данных. Этот шаг критичен, так как качество и достоверность входных данных напрямую влияют на результаты анализа.

Предобработка и извлечение признаков из видеоданных

Процесс предобработки и извлечения признаков из видеоряда, представленный на рисунке 1, осуществляется с использованием сверточной нейронной сети ResNet-50, которая может эффективно обрабатывать визуальные признаки, связанные с эмоциональными проявлениями в видео [9].

Изначально видеоряд разделяется на отдельные кадры, которые затем масштабируются до стандартных размеров входа для ResNet-50 и подвергаются нормализации цветовых каналов. Далее каждый кадр подается на вход модели ResNet-50 для получения вектора признаков. Эта модель глубокого обучения была предварительно обучена на большом наборе данных изображений [10] и способна выявлять сложные визуальные паттерны, что делает ее применимой для извлечения эмоциональных сигналов из видеоряда. Следующий шаг – агрегация признаков из отдельных кадров

путем усреднения векторов признаков по всем кадрам:

$$v_{\text{video}} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N v_i,$$

где v_i – вектор признаков i -го кадра, N – количество кадров в видео.



Рис. 1. Предобработка и извлечение признаков из видеоряда с использованием архитектуры сверточной нейронной сети ResNet-50

Предобработка и извлечение признаков из аудиоданных

Аудиоданные требуют отдельного набора техник предобработки и извлечения признаков в целях подготовки звуковой информации для анализа и классификации. На рисунке 2 представлен подход, основанный на

использовании рекуррентных архитектур как LSTM [11], которые хорошо подходят для обработки временных последовательностей. Такие сети способны улавливать зависимости в аудиоданных, что важно для распознавания эмоциональных нюансов в речи. Например, повышение тональности и ускорение речи могут сигнализировать о волнении или стрессе, а более медленная и монотонная речь может указывать на грусть или усталость.

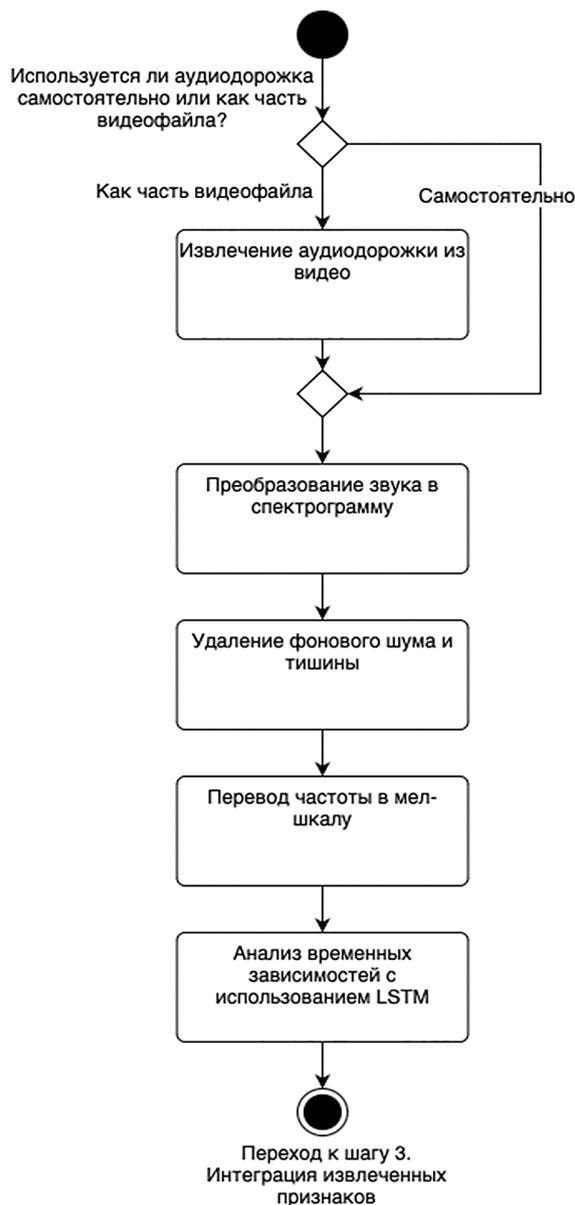


Рис. 2. Предобработка и извлечение признаков из аудиоряда с использованием рекуррентной архитектуры LSTM

Для преобразования звука в спектрограмму используется преобразование Фурье для

перевода временной последовательности аудиосигнала в частотное представление:

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) \times e^{-i2\pi kn/N},$$

где $X(k)$ – спектральные компоненты аудиосигнала, $x(n)$ – амплитуды звуковой волны в дискретные моменты времени, N – общее количество точек в анализируемом фрагменте.

Для большей чувствительности к частотам, близким человеческому уху, частота переводится в мел-шкалу:

$$m = 2595 \log_{10} \left(1 + \frac{f}{700} \right)$$

где m – частота в мелах, число 2595 используется для приближения линейного восприятия частоты звука человеческим ухом в мелах, f – значение частоты в герцах.

Далее (мел-спектрограммы) входные данные подаются на вход LSTM-слоям [12], которые обрабатывают аудиопоследовательность, сохраняя информацию о предыдущих состояниях для определения текущего состояния эмоций:

$$\tilde{n}_t = f_t \times c_{t-1} + i_t \times \tilde{c}_t$$

$$h_t = o_t \times \tanh(c_t),$$

где c_t и h_t – состояние ячейки и скрытое состояние ячейки в момент времени t , f_t, i_t, o_t – вентили «забывания» входа и выхода LSTM.

Эти этапы позволяют извлекать эмоциональные признаки из аудиоряда (v_{audio}), которые затем используются для sentiment-анализа с учетом интеграции между другими типами данных.

Предобработка и извлечение признаков из текстовых данных

Текстовые данные требуют комплексного подхода к предобработке, чтобы преобразовать сырые тексты в формат, пригодный для машинного обучения и анализа. На рисунке 3 представлены основные этапы предобработки текстовых данных и извлечения признаков с помощью модели BERT:

В случае если текстовые данные извлекаются из аудиофайла, то проводится транскрибация с помощью модели Whisper: сначала модель преобразует входящий аудиосигнал в спектрограмму для анализа аудио на уровне частотных компонентов, затем Whisper идентифицирует слова и фразы в аудио, учитывая контекст речи. В конечном итоге, на основе распознанных слов или фраз модель формирует текстовую транскрибацию.

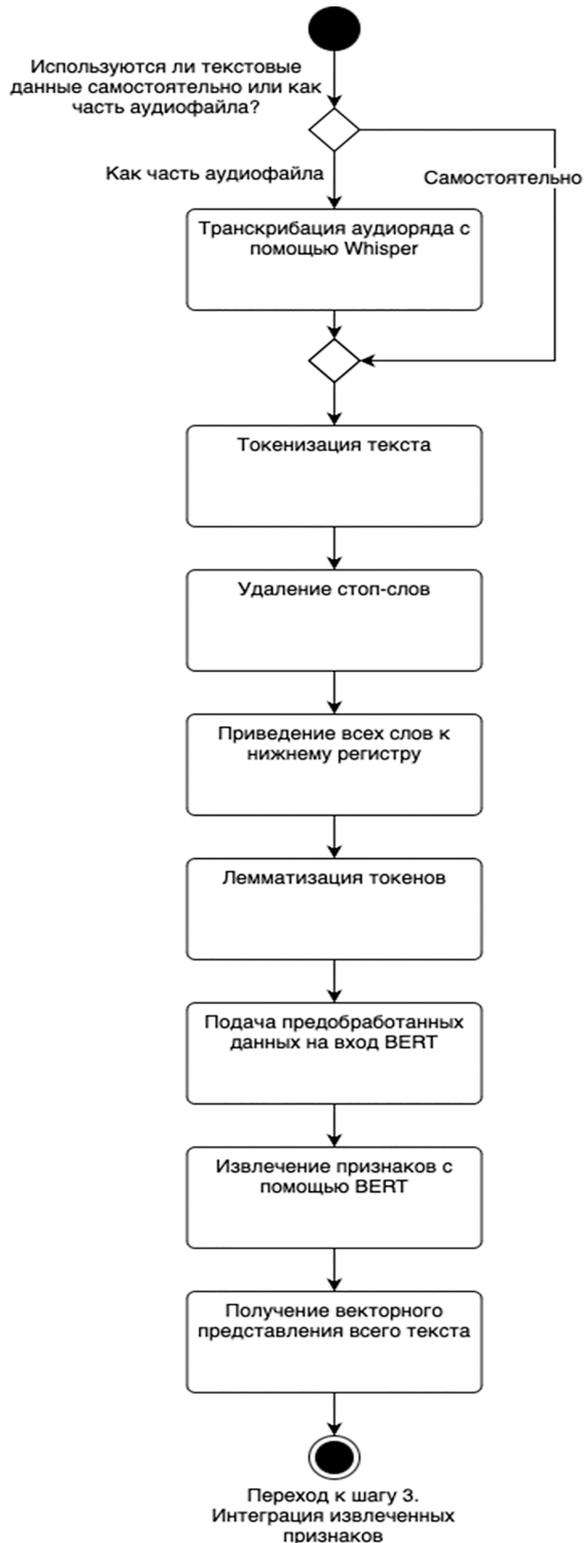


Рис. 3. Процесс предобработки и извлечения признаков из текстовых данных

Далее текстовые данные подвергаются процессу обработки – текст разбивается на токены (на уровне слов), исключаются стоп-слова, которые не несут смысловой нагрузки.

ки (союзы, частицы, местоимения, междометия, предлоги, вводные слова и знаки препинания). Для унификации и уменьшения размерности входных данных все слова приводятся к нижнему регистру и приводятся к их словарным формам (леммам).

После процесса преобработки данные подаются на вход модели BERT [13, 14], где она преобразует каждый токен в векторы, кодирующие контекстуальные связи между словами. BERT использует «механизмы внимания», что позволяет сконцентрироваться модели на релевантных словах. Полученные векторы представляют собой эмбединги слов, содержащие информацию не только о самом слове, но и о его контексте в рамках текста. Для получения единого векторного представления всего текста используется метод взвешенного усреднения:

$$v_{text} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \alpha_i w_i,$$

где v – итоговый вектор всего текста, N – количество слов в тексте, α_i – вес, отражающий важность i -го слова, w_i – вектор i -го слова.

Шаг 3: Интеграция извлеченных признаков

Полученные векторные представления из различных типов данных (видео, аудио и текста) комбинируются для создания единого представления. Это позволяет учесть комплексное взаимодействие между разными типами данных, что важно для точного анализа эмоций. Сама интеграция может быть реализована путем взвешенного сложения. Это один из наиболее простых подходов, где каждый набор признаков умножается на заданный вес, который отражает его значимость, и суммируется с другими для получения единого представления:

$$v_s = v_{video} \times w_{video} + v_{audio} \times w_{audio} + v_{text} \times w_{text}$$

Шаг 4: Классификация сентимента

Мультимодальный подход к классификации сентимента основан на использовании метода опорных векторов, который способен эффективно работать с высокоразмерными данными. Этот этап начинается с нормализации данных для выравнивания диапазона признаков, что предотвращает искажение результатов из-за атрибутов с более высокими значениями. Для реализации мультимодального подхода к классификации сентимента были использованы современные программные библиотеки, включая torch, librosa, numpy, OpenCV, sklearn, transformers и whisper. Эти инструменты обеспечили комплексную обработку данных – от извлечения признаков до обучения и валидации моделей.

Модель обучалась и тестировалась на данных из датасета eNTERFACE [15], который содержит большую коллекцию из 1252 эмоциональных выражений 42 актеров в видеоформате на английском языке. Актеры представляют 14 различных национальностей, при этом мужчины составляют 81%, а женщины – 19%.

Для анализа использовались признаки, извлеченные из трех модальностей данных:

- для видеоряда – признаки лица и жестов;
- для аудиоряда – звуковые характеристики, такие как тембр и энергия в частотных диапазонах, извлеченные с помощью мел-кепстральных коэффициентов (англ. mel-frequency cepstrum, MFCC);
- для текста – лингвистические и семантические особенности (контекстуальная связанность, семантическое отношение между словами и синтаксические зависимости), извлеченные с помощью модели BERT.

Чтобы минимизировать риски переобучения, модель использует различные методики, включая регуляризацию в SVM и дропаут в модели BERT при извлечении текстовых признаков. Для проверки устойчивости и обобщающей способности модель применяет кросс-валидацию, что позволяет оценить модель на различных подвыборках данных, тем самым минимизируя риск переобучения и гарантируя более надежную оценку производительности модели. Производительность модели оценивалась с помощью следующих метрик (табл. 1):

- Precision (точность) – доля правильно идентифицированных объектов среди всех объектов.

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

- Recall (полнота) – отношение верно классифицированных объектов класса к общему числу элементов этого класса.

$$\text{Recall} = \frac{TP}{TP + FN}$$

- Accuracy (общая точность) – доля всех правильно классифицированных случаев.

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

- F1-score (F1-мера) – гармоническое среднее между точностью (precision) и полнотой (recall).

$$F1\text{-score} = 2 \times \frac{\text{precision} \times \text{recall}}{\text{precision} + \text{recall}}$$

Таблица 1

Классификационные исходы

	Принадлежит классу (P)	Не принадлежит к классу (N)
Предсказана принадлежность классу	True positive (TP)	False positive (FP)
Предсказано отсутствие принадлежности к классу	False negative (FN)	True negative (TN)

Таблица 2

Сравнительная характеристика мультимодальной модели sentiment-анализа с традиционными одномодальными подходами

Метод	Avg. precision	Avg. recall	Avg. accuracy	Avg. F1-score
Мультимодальная модель SVM	0.92	0.90	0.91	0.91
SVM (текстовые данные)	0.85	0.87	0.86	0.86
Наивный байесовский классификатор (текстовые данные)	0.85	0.86	0.85	0.85
BERT (текстовые данные)	0.83	0.89	0.89	0.86

Эффективность мультимодальной модели сравнивалась с другими популярными методами sentiment-анализа, такими как наивный байесовский классификатор, классификация текстовых данных с помощью SVM и текстовый анализ с использованием BERT. Для обеспечения корректности сравнения все методы, включая мультимодальную модель, наивный байесовский классификатор и анализ с использованием BERT, были обучены и провалидированы на одних и тех же данных. В таблице 2 представлено сравнение усредненных по классам метрик производительности различных методов.

Эти данные демонстрируют, что мультимодальный sentiment-анализ имеет преимущества над традиционными одномодальными подходами, что отражается в повышении всех ключевых метрик производительности.

Заключение

В данной статье представлен метод мультимодального sentiment-анализа, который комбинирует данные из текста, аудио и видео. Такой подход позволяет комплексно анализировать эмоциональный контекст, обогащая анализ за счет использования различных каналов информации. Мультимодальный sentiment-анализ позволяет воспроизвести более полную картину эмоциональных реакций, которые могут остаться незамеченными при использовании традиционных одномодальных подходов.

В настоящей статье были рассмотрены методы глубокого обучения, такие как свер-

точные и рекуррентные нейронные сети, которые являются эффективными инструментами для извлечения признаков из каждого типа данных. Использование CNN и RNN позволяет обрабатывать и анализировать большие объемы данных, что также важно в контексте обработки мультимодального sentiment-анализа.

В заключение отметим, что использование мультимодального подхода показывает большую эффективность по сравнению с одномодальными подходами и открывает новые возможности для разработки более чувствительных к эмоциональному контексту методов, способствуя повышению точности и скорости принятия решений в организационных системах.

Список литературы

- Гусева А.И., Кузнецов И.А., Бочкарёв П.В., Смирнов Д.С. Цифровая тень российских международных мега-проектов строительства АЭС за рубежом: оценка тональности высказываний // Современные наукоемкие технологии. 2022. № 1. С. 32-39. DOI: 10.17513/snt.39006.
- Гусева А.И., Киреев В.С., Бочкарёв П.В. Исследование цифровой тени проектов строительства российских АЭС за рубежом с помощью методов интеллектуального анализа текстов // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2023. № 6. С. 50–57.
- Indurkha N., Damerou F. J. Handbook of natural language processing. Chapman and Hall/CRC, 2010. 719 с.
- Etkin A., Büchel C., Gross J. J. The neural bases of emotion regulation // Nature reviews neuroscience. 2015. Т. 16, №. 11. С. 693-700.
- Eckman P., Friesen W., Hager, J.C. Facial action coding system (facs): a technique for the measurement of facial action // A8. 1978. Vol. 5. №. 3. P. 56-75.
- Ramachandran V.S. Encyclopedia of human behavior. Academic Press, 2012. 719 с.

7. Smith C.A., Lazarus R.S. Emotion and Adaptation. In: Pervin L.A. ed. Handbook of Personality: Theory and Research, Guilford, New York, 1990. P. 609-637.
8. Li X., Chen M. Multimodal sentiment analysis with multi-perspective fusion network focusing on sense attentive language // Chinese Computational Linguistics: 19th China National Conference, CCL 2020, Hainan, China, October 30 – November 1, 2020, Proceedings 19. Springer International Publishing, 2020. P. 359-373.
9. Wen L., Li X., Gao L. A transfer convolutional neural network for fault diagnosis based on ResNet-50 // Neural Computing and Applications. 2020. Vol. 32. № 10. P. 6111-6124.
10. ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge 2013 (ILSVRC2013) // ImageNet. [Электронный ресурс]. URL: <https://image-net.org/challenges/LSVRC/2013/> (дата обращения: 27.04.2024).
11. Yu Y., Si X., Hu C., Zhang J. A review of recurrent neural networks: LSTM cells and network architectures // Neural computation. 2019. T. 31, № 7. С. 1235-1270.
12. Staudemeyer R. C., Morris E. R. Understanding LSTM--a tutorial into long short-term memory recurrent neural networks // arXiv preprint arXiv:1909.09586. 2019. [Электронный ресурс]. URL: <https://arxiv.org/pdf/1909.09586> (дата обращения: 03.04.2024).
13. Шамарина Е.А., Гусева А.И., Киреев В.С. Сентимент-анализ на основе нейросетей-трансформеров // Нейроинформатика-2023: сборник научных трудов XXV Международной научно-технической конференции. М., 2023. С. 292-301.
14. Devlin J., Chang M.W., Lee K., Toutanova K. Pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding // arXiv preprint arXiv:1810.04805. 2018. [Электронный ресурс]. URL: <https://arxiv.org/pdf/1810.04805> (дата обращения: 21.04.2024).
15. Martin O., Kotsia I., Macq B., Pitas I. The eNTERFACE 05 Audio-Visual Emotion Database, Proceedings of the First IEEE Workshop on Multimedia Database Management, Atlanta, April 2006. [Электронный ресурс]. URL: <https://typeset.io/pdf/the-enterface05-audio-visual-emotion-database-57yw98sre5.pdf> (дата обращения: 06.04.2024). DOI: 10.1109/ICDEW.2006.145.

УДК 004.942
DOI 10.17513/snt.40046

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА В ЗАДАЧЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ УСПЕВАЕМОСТИ АБИТУРИЕНТОВ В ВУЗЕ

¹Щербин С.И., ¹Харитонов И.М., ¹Огар Т.П., ¹Панфилов А.Э., ²Кравец А.Г.

¹*Камышинский технологический институт (филиал)
ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет»,
Камышин, e-mail: asoiu@kti.ru;*

²*ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет»,
Волгоград, e-mail: AllaGKravets@yandex.ru*

Рассматривается проблема выбора будущей профессии выпускниками средней школы и воздействия данного выбора на успешность образования в высших учебных заведениях. В исследовании рассматривается вопрос о значимости осознанного выбора профессионального пути на начальной стадии образовательного процесса и его влияния на дальнейшее развитие студентов в системе высшего образования. Авторами в проводимом исследовании ставится задача по улучшению точности прогнозирования успеваемости студентов в высшем учебном заведении (на примере Камышинского технологического института (филиала) Волгоградского государственного технического университета). Исследование направлено на разработку методов и подходов, способствующих более точной оценке возможной успеваемости студентов. Для достижения поставленной задачи применяются методы кластерного анализа и многомерной линейной регрессии на данных архивов приемной комиссии университета. В результате анализа архивных данных приемной комиссии университета делается вывод о том, что спектральный метод кластеризации обеспечивает высокую точность прогнозирования. Авторами отмечается, что применение кластерного анализа дает прирост в точности прогнозирования, что подчеркивает эффективность данного подхода для повышения надежности прогнозирования успеваемости студентов в высших учебных заведениях. Исследование показывает, что осознанный выбор профессии на начальном этапе образовательного процесса может являться одним из факторов повышения успеваемости студентов.

Ключевые слова: регрессионный анализ, кластеризация, прогнозирование, успеваемость, высшее образование, анализ данных

APPLICATION OF CLUSTER ANALYSIS METHODS IN THE TASK OF PREDICTING THE ACADEMIC PERFORMANCE OF APPLICANTS AT THE UNIVERSITY

¹Shcherbin S.I., ¹Haritonov I.M., ¹Ogar T.P., ¹Panfilov A.E., ²Kravets A.G.

¹*Kamyshin Technological Institute (branch of) Volgograd State Technical University,
Kamyshin, e-mail: asoiu@kti.ru;*

²*Volgograd State Technical University, Volgograd, e-mail: AllaGKravets@yandex.ru*

The problem of choosing a future profession by high school graduates and the impact of this choice on the success of education in higher education institutions is considered. The study examines the importance of a conscious choice of a professional path at the initial stage of the educational process and its impact on the further development of students in the higher education system. The authors of the study set the task of improving the accuracy of forecasting student academic performance in higher education (using the example of the Kamyshin Technological Institute (branch) Volgograd State Technical University). The research is aimed at developing methods and approaches that contribute to a more accurate assessment of students' possible academic performance. To achieve this task, methods of cluster analysis and multidimensional linear regression are used on the data of the archives of the university admissions committee. As a result of the analysis of the archival data of the university admissions committee, it is concluded that the spectral clustering method provides high prediction accuracy. The authors note that the use of cluster analysis gives an increase in forecasting accuracy, which emphasizes the effectiveness of this approach to increase the reliability of forecasting student academic performance in higher education institutions. Research shows that a conscious choice of profession at the initial stage of the educational process can be one of the factors in improving student performance.

Keywords: regression analysis, clustering, forecasting, academic performance, higher education, data analysis

После окончания средней школы выпускник встает перед проблемой выбора будущей профессии. Осознанность этого выбора является важным шагом для достижения высоких результатов в профессиональной сфере. На данный выбор может влиять мнение

родителей выпускника, его знакомых, сложившаяся мода в обществе, пропаганда профессии в СМИ и т.д. Данные факторы не учитывают индивидуальные способности абитуриента, а также его интересы. Поэтому, с большой вероятностью, неосознанный

выбор неподходящей специальности сделает дальнейшее обучение в вузе малоэффективным. Актуальность данной проблемы доказывают различные исследования в этой области, описанные ниже.

Материалы и методы исследования

В работе [1] исследуется использование методов машинного обучения для анализа и прогнозирования образовательных результатов студентов первого курса (г. Волжский, Россия). Прогнозирование осуществляется с помощью методов машинного обучения для выявления групп студентов с высоким риском возникновения академической задолженности. Исследование показало, что точность прогнозирования сдачи экзамена по дисциплине приемлема как на этапе первого, так и на этапе второго контрольного среза. Основные переменные, использованные для моделирования, включали результаты вступительных испытаний, академическую успеваемость и посещаемость занятий.

Коллеги из университета Амита (Индия) в работе [2] выделяют пять основных показателей эффективности: удовлетворенность выпускников, студентов, работодателей, занятость выпускников и уровень знаний выпускников. Целью данного исследования ставится успешное трудоустройство выпускников и удовлетворение потребностей работодателей. Авторы стремятся охватить всестороннее представление об успеваемости студентов, а также выяснить детали своевременной успеваемости студентов. Объект исследования – 300 студентов, генерация кластеров производится программой MATLAB. Выделенные кластеры – это меры, основанные на оценках, навыках и т.д. Выбранный метод кластеризации – метод нечеткого с-среднего. В процессе исследования исходные данные разделены на 3 кластера. По результатам данного исследования авторы делают вывод о возможности предсказать будущее трудоустройство выпускников, а также о выявлении студентов, которым требуется больше внимания от преподавателей.

Коллегами из Испании в работе [3] проведено исследование эффективности онлайн-обучения в среде Moodle (система управления курсами), для дальнейшего предсказания успеваемости студентов. Причиной исследования указывается резкий переход на дистанционную форму обучения, в связи с вирусом COVID-19. Преподаватели не могли предугадать вовлеченность студента в изучение дисциплин, а, следовательно, не могли предсказать его возможные результаты.

Данная работа представляет собой набор моделей для раннего прогнозирования успеваемости студентов. Эти модели построены на основе данных взаимодействия 802 студентов полного онлайн-обучения. В результате работы моделей авторов выявлены основные факторы, влияющие на прогноз успешности обучения: возможность доступа к курсу, количество обращений и результаты опросов по теме, количество обсуждений и выполнений задач, возрастной фактор. Фактор возраста является отрицательным предиктором успеваемости, что в свою очередь означает обратную зависимость между возрастом и успеваемостью. Авторы выделили 5 групп студентов и подтвердили, что количество взаимодействий студентов с Moodle тесно связано с их оценками.

Раннее прогнозирование успеваемости студентов считают важным также и авторы работы [4]. Статья посвящена анализу и прогнозированию академической успеваемости студентов с помощью методов Data Mining. Целью исследования является построение моделей прогнозирования академической успеваемости студентов, принимаются во внимание их демографические характеристики, особенности зачисления и учебной деятельности. Исследование базируется на данных, собранных из университетов г. Пенза. Данные включают информацию о зачислении студентов, а также их активности в электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС). Для анализа использовались различные методы классификации, такие как наивный байесовский классификатор и метод опорных векторов (SVM).

Эксперименты подтвердили, что модели, обученные на данных подгрупп студентов, показывают лучшие результаты по сравнению с моделями, обученными на всех данных. Учет особенностей зачисления и учебной деятельности позволяет более точно выявлять студентов, подверженных риску неуспеваемости.

Целью работы является повышение качества прогнозирования возможной успеваемости студентов в вузе. Данное прогнозирование направлено на повышение эффективности выбора абитуриентом будущего направления обучения. Для достижения поставленной цели производится поиск взаимосвязи между результатами обучения в школе (далее используется термин «Предикторы») и в вузе (далее используется термин «Критериальная переменная»).

Способом решения задачи выбрана линейная регрессионная модель. Для повышения точности прогнозирования исходные данные делятся по группам с внутренними схожими признаками с помощью следую-

щих методов кластерного анализа: метод k-средних, иерархический метод, спектральный метод [5; 6].

Научная новизна работы заключается в применении статистических методов анализа данных для слабоформализованной задачи прогнозирования будущей успеваемости студентов.

Результаты исследования и их обсуждение

Алгоритм решения задачи

Для построения модели предсказания успешности обучения в вузе использовались статистические данные, полученные из архивов приемной комиссии Камышинского технологического института (филиала) Волгоградского государственного технического университета за 5 лет. Важно отметить, что в данном исследовании делается акцент на объективные факторы, такие как результаты аттестаций и ЕГЭ, не принимая во внимание личностные характеристики преподавательского состава и другие субъективные аспекты образовательного процесса. Это позволяет сосредоточиться на количественно измеримых данных, обеспечивая таким образом объективность и воспроизводимость результатов. В исходные данные модели предсказания успеваемости входили:

1. Аттестационная оценка по математике.
2. Аттестационная оценка по геометрии.
3. Аттестационная оценка по физике.
4. Результаты основного государственного экзамена (ОГЭ) по математике.
5. Результаты единого государственного экзамена (ЕГЭ) по физике.
6. Результаты единого государственного экзамена (ЕГЭ) по математике.
7. Усредненная оценка аттестата о среднем общем образовании по всем предметам.

В качестве модели связи между предикторами и критериальной переменной использовалась многомерная линейная регрессионная модель. Выбор данной модели обусловлен несколькими факторами:

1. Простота интерпретации результатов: линейная регрессия обладает преимуществом в виде наглядности и простоты интерпретации коэффициентов, что важно для первоначального понимания зависимостей между образовательными показателями и успеваемостью студентов.

2. Наличие предварительных данных: предварительный анализ данных показал, что основные предикторы (школьные оценки и результаты ЕГЭ) демонстрируют линейные зависимости с итоговой успеваемостью студентов, что делает использование

линейной регрессии адекватным выбором для начального этапа исследования.

3. Оценка значимости переменных: линейная регрессия позволяет оценить значимость каждого предиктора отдельно, что является важным аспектом при анализе влияния различных учебных и социальных факторов на успеваемость.

Однако, несмотря на применение линейной регрессии, авторы осознают потенциальные ограничения данного метода, связанные с игнорированием возможной мультиколлинеарности и взаимодействий между предикторами. В связи с этим в дальнейшем планируется разработка более сложной статистической модели, которая позволит учитывать множественные взаимодействия между переменными и нелинейности в данных. Этот этап будет включать использование многомерных регрессионных моделей, методов регуляризации, а также возможное применение машинного обучения для более точного и комплексного анализа влияния образовательного процесса на успеваемость студентов.

В ранних исследованиях, описанных в [7], применение линейной регрессии на всей выборке данных показало точность прогноза будущей успеваемости, равной 72%. Данное значение считается удовлетворительным, поэтому для увеличения точности прогноза произведено предварительное разделение выборки на группы с помощью методов кластерного анализа.

Пример реализации предлагаемого алгоритма

Алгоритм прогнозирования успеваемости состоял из двух фаз:

1. Фаза 1: анализ исходных данных и распределение значений по кластерам.
2. Фаза 2: расчет регрессионной статистики для каждого кластера и анализ результатов.

В первой фазе работы производилась кластеризация исходных данных. На данном этапе возможно определение внутренних признаков распределения студентов по различным кластерам (в исследовании проводилось разделение по 2, 3, 4 и 5 кластерам). Указанное количество кластеров обосновывается имеющимся количеством исходных данных для анализа, а также удобством логического обоснования принципов распределения.

Во второй фазе производился расчет регрессионных статистик, показывающих степень возможности успешного прогнозирования будущих данных. В регрессионную статистику входят следующие показатели:

1. R-квадрат.
2. Нормированный R-квадрат.

R-квадрат – коэффициент детерминации, трактуемый следующим образом: регрессионная модель в n% случаев объясняет зависимость между изучаемыми объектами. Чем выше данный коэффициент, тем качественнее модель. Приемлемое качество модели при значениях данного коэффициента выше 80%. Данный параметр может показывать завышенное значение при малом количестве данных для анализа. Для снижения завышенного значения использовался параметр – нормированный R-квадрат.

Далее следует работа описанного алгоритма, проделанного над данными, разделенными спектральным методом на 3 кластера.

Первым этапом набор данных был разделен на 3 кластера. Каждый из них можно логически трактовать таким образом:

- «слабоуспевающие» – студенты с низкими баллами;
- «хорошисты» – студенты, имеющие стабильно средние баллы по всем предметам;
- «отличники» – студенты, имеющие высокие баллы по всем предметам.

Значения R-квадрата и нормированного R-квадрата для трех кластеров приведены в таблице 1.

На основе полученных данных был сделан вывод, что качество прогнозирования увеличилось. В среднем коэффициенты выше

0,8, значит прогноз соответствует требованиям к качеству.

Таблица 1

Регрессионные статистики исследуемых кластеров

№	R-квадрат	Нормированный R-квадрат
Кластер 1	0,88	0,81
Кластер 2	0,84	0,81
Кластер 3	0,82	0,80

Помимо этого, проанализированы полученные коэффициенты зависимости прогноза от тех или иных предикторов. Полученные коэффициенты представлены в таблице 2.

В данном случае величина влияния предиктора на результат определяется модулем полученного коэффициента. Вывод – наибольшее влияние имеет средняя оценка по аттестату, значительное влияние оказывают итоговые оценки по математике и в меньшей степени по геометрии и физике, а результаты по единому государственному экзамену имеют слабое влияние.

Полученные в результате всего исследования усредненные показатели регрессионной статистики представлены в таблице 3.

Таблица 2

Значения полученных коэффициентов

Предиктор	1 кластер	2 кластер	3 кластер
Алгебра	9	3,20	3,49
Геометрия	-2,28	1,04	3,41
Физика	-1,79	-3,23	-1,71
Физика (ЕГЭ)	-0,54	0,63	0,22
Математика (ЕГЭ)	-0,07	0,29	-0,19
Математика (ОГЭ)	5,54	2,60	-0,13
Средняя оценка по аттестату	-22,2	-6,38	-8,08

Таблица 3

Сводная таблица по всем методам

Количество кластеров	Min R-квадрат, %	Max R-квадрат, %	Средний R-квадрат, %	Min нормированный R-квадрат, %	Max нормированный R-квадрат, %	Средний нормированный R-квадрат, %
K-средних	86,41	87,31	86,86	79,16	84,41	81,785
Иерархический	84,71	100	91,07	65,53	81	75,51
Спектральный	87,17	100	95	65,53	92,12	76

Заключение

В результате анализа полученных данных авторами сделан вывод, что, в среднем, спектральный метод предлагает разбиение на кластеры, точность предсказания для которых составляет более 90%. Для решения поставленной задачи данный метод кластеризации подходит в большей степени по сравнению с другими, рассмотренными выше.

При сравнении значения регрессионной статистики с полученными по необработанному набору данных отмечено, что имеется прирост значения коэффициента детерминации в 23%. Вывод – применение методов кластерного анализа для предварительной подготовки анализируемых данных позволяет увеличить точность дальнейшего прогнозирования.

Полученные в ходе исследования результаты показывают относительно небольшое влияние школьной подготовки по математике и физике на успеваемость студентов, что может быть связано со спецификой выборки абитуриентов факультета информационных технологий. Однако необходимо провести дополнительные исследования с использованием более обширных данных для подтверждения этих выводов и оценки их обобщаемости.

Список литературы

1. Алпатов А.В. Применение машинного обучения для анализа образовательных результатов студентов вузов // Информационные и математические технологии в науке и управлении. 2023. № 4(32). С. 67-78. DOI: 10.25729/ESI.2023.32.4.006.
2. Singh Ishwank, Sabitha Sai, Choudhury Tanupriya, Aggarwal Archit, Dewangan Kumar Bhupesh. Mapping Student Performance with Employment Using Fuzzy C-Means // International Journal of Information System Modeling and Design. 2020. Vol. 11. P. 36-52.
3. Bravo-Agapito Javier, Romero Sonia J., Pamplona Sonia. Early Prediction of Undergraduate Student's Academic Performance in Completely Online Learning: A Five-Year Study // Computers in Human Behavior. 2021. Vol. 115. P. 106595. DOI: 10.1016/j.chb.2020.106595.
4. Егорова Е.С., Попова Н.А. Data Mining в образовании: прогнозирование успеваемости учащихся // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2023. № 11(2). URL: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=1325> (дата обращения: 05.04.2024). DOI: 10.26102/2310-6018/2023.41.2.003.
5. Ibanez Alfonso, Larranaga Pedro, Bielza Concha. Cluster methods for assessing research performance: exploring Spanish computer science // Scientometrics. 2013. Vol. 97. P. 571-600.
6. Гранков М.В., Аль-Габри В.М., Горлова М.Ю. Анализ и кластеризация основных факторов, влияющих на успеваемость учебных групп вуза // Инженерный вестник Дона. 2016. № 4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3775. (дата обращения: 05.04.2024).
7. Харитонов И.М., Крушель Е.Г., Привалов О.О., Степанченко И.В., Степанченко О.В. Прогнозирование качества обучения в вузе с помощью методов регрессионного анализа // Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета). 2021. № 56. С. 72-80.

СТАТЬИ

УДК 37.01:372.857

DOI 10.17513/snt.40047

**ТВОРЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ КАК СРЕДСТВО ФОРМИРОВАНИЯ
ЭКОЛОГО-КУЛЬТУРНОЙ ГРАМОТНОСТИ СТАРШЕКЛАССНИКОВ****Антонов В.В.***ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический университет имени М.Е. Евсевьева»,
Саранск, e-mail: mprof@list.ru*

В статье актуализируется необходимость осуществления экологического образования как составной части общего образования. Указывается, что она обусловлена значительным обострением отношений в системе «человек – природа – общество», что породило явление нерационального использования природных ресурсов. Выход из создавшейся ситуации может обеспечиваться рациональным природопользованием, предполагающим максимально полное извлечение из природного объекта всех полезных продуктов с наименьшим нарушением ресурсного потенциала и состояния окружающей среды. Важно, чтобы подрастающее поколение было готовым к совершению соответствующих действий, начиная со школьной скамьи. Особенно это касается старшеклассников, которые в силу возрастных особенностей способны проявить личностную позицию при взаимодействии с компонентами неживой и живой природы. Такое взаимодействие достигается в ходе овладения ими эколого-культурной грамотностью с применением разных средств, среди которых творческие задания когнитивной направленности. Именно они предназначены для формирования и развития у старшеклассников познавательных действий, выступающих в качестве показателя названного вида грамотности: анализировать информацию экологического содержания, выявлять существенные признаки данного экологического объекта, формулировать ответы на поставленные вопросы при поиске причин и следствий экологического характера, принимать правильное решение эколого-культурного смысла.

Ключевые слова: экологическое образование, старшеклассники, творческие задания для формирования эколого-культурной грамотности

**CREATIVE TASKS AS A MEANS OF FORMING ECOLOGICAL
AND CULTURAL LITERACY HIGH SCHOOL STUDENTS****Antonov V.V.***Mordovian State Pedagogical University, Saransk, e-mail: mprof@list.ru*

The article actualizes the need for environmental education as an integral part of general education. It is indicated that it is due to a significant aggravation of relations in the “man – nature – society” system, which gave rise to the phenomenon of irrational use of natural resources. The way out of this situation can be provided by rational environmental management, which assumes the fullest possible extraction of all useful products from a natural object with the least violation of the resource potential and the state of the environment. It is important that the younger generation be ready to take appropriate actions, starting from school. This is especially true for high school students, who, due to their age characteristics, are able to show a personal position when interacting with components of inanimate and living nature. Such interaction is achieved when they master ecological and cultural literacy using various means, including creative tasks of a cognitive orientation. They are intended for the formation and development of cognitive actions in high school students, acting as an indicator of this type of literacy: analyze the information of ecological content, identify the essential features of this ecological object, formulate answers to the questions posed when searching for causes and consequences of an ecological nature, make the right decision of ecological and cultural meaning.

Keywords: environmental education, high school students, creative tasks for the formation of ecological and cultural literacy

В условиях значительного обострения отношений в системе «человек – природа – общество» наблюдается увеличение количества и расширение масштабов проявления неблагоприятных явлений, обусловленных действиями антропогенного происхождения. К таковым, как известно, относятся загрязнение окружающей среды, снижение биологического разнообразия, ухудшение состояния здоровья человека, во многом предопределяемые нерациональным использованием естественных природных ресурсов для достижения экономического благополучия. Природные ресурсы любой страны совершенно справедливо признают-

ся в качестве важнейшего выразителя национального богатства. В бюджете нашей страны на их долю падает почти 50%. При этом данные об оценке количества естественных ресурсов территории государства, состоянии их разведанности, нынешних уровнях освоенности и добычи весьма противоречивы [1, с. 63].

Назрела необходимость в поиске и применении путей и способов оптимизации природопользования страны. В первую очередь, разработчикам ресурсов нужно стремиться к максимально полной выборке добываемых полезных продуктов. Во вторую – минимизировать нарушения разраба-

тываемой территории, а если это не представляется возможным, то предусмотреть меры ее рекультивации [2, с. 234]. Сказанное всецело согласуется с принципом устойчивого развития, обоснованным и закрепившимся благодаря усилиям международного сообщества еще в конце XX века. В связи с этим автор согласен с мнением А.А. Арбатова: применение механизмов регулирования отношений в системе «природа – человек – общество» возможно при грамотных организационных, правовых, экологических и экономических действиях комплексного характера. Эти действия на перспективу обеспечат защиту окружающей среды, в том числе и среды жизни нас – людей, от разрушения, разных видов загрязнения при снижении нагрузок антропогенного происхождения [3, с. 35].

Учитывая изложенные рассуждения, можно смело утверждать, что для рационального использования природных ресурсов, предотвращения отрицательных последствий изменения состояния окружающей среды, оптимального применения возможностей природы, ее различных экологических систем для поддержания нормальной жизнедеятельности и здоровья важно, чтобы каждый человек, особенно подрастающее поколение, были бы экологически образованными. Полагаем, что результаты экологического образования могут лучше достигаться, если оно реализуется в общеобразовательной школе, в которой «оказывается» каждый гражданин нашей страны. Поэтому экологическое образование авторы представляют как составную часть общего образования. Важно, чтобы оно было ориентировано на обретение знаний о природе как совокупности компонентов неживого и живого происхождения, многообразия связей между ними в естественных экологических системах, об особенностях функционирования обозначенных систем с позиции формирования жизнепригодной среды, изменений, происходящих в них, значения для человека, о способах создания и улучшения состояния искусственных экологических систем антропо- и социоприродного назначения в интересах продвижения современного общества по пути устойчивого развития. Соглашаясь с отечественными учеными, считаем, что цель общего экологического образования заключается в формировании у обучающихся экологической культуры [4; 5].

По мнению авторов, экологическая культура – это желаемый результат организованного педагогического процесса, приоритетными признаками которого выступают сформированность знаний о природе и

сложных отношениях между ее компонентами, понимание установки на оптимальное взаимодействие в системе «природа (естественные экологические системы) – человек – общество – техника (технологии)», освоенность практических умений (навыков) разумного природопользования, улучшения состояния окружающей среды на основе признания самоценности и разных ценностей объектов неживой и живой природы.

Цель исследования представляется в следующих положениях: а) актуализация необходимости реализации экологического образования на уровне среднего общего образования, исходя из идеи подготовки старшеклассников к оптимизации системы «природа – человек – общество» на основе рационального использования ресурсов природы; б) совершенствование экологической подготовки старшеклассников в направлении формирования эколого-культурной грамотности с использованием творческих заданий, предполагающих принятие целесообразных решений, признавая ценность объектов неживой и живой природы, а также правила рационального использования ресурсов естественного происхождения, которые сформировались на протяжении длительного времени.

Материал и методы исследования

Материалами исследования стала информация из разных источников, на основе которой была актуализирована [6] важность реализации экологического образования в общеобразовательных организациях. Она также послужила отправной точкой для формулирования понятия «экологическое образование», уточнения понятия «экологическая культура», введения понятия «эколого-культурная грамотность старшеклассника», определения структуры и содержания оригинальных творческих заданий, предполагающих принятие экологически целесообразных решений при признании ценности природных ресурсов. В качестве методов теоретического уровня были использованы анализ опубликованных источников по заявленной теме, систематизация и обобщение исследовательского материала. В качестве методов эмпирического уровня задействовались косвенное педагогическое наблюдение, беседа со старшеклассниками для выяснения состоятельности предлагаемых к выполнению творческих заданий, элементарные математические расчеты полученных данных и их педагогическое истолкование [7]. Апробация разработанных материалов велась на базе естественно-технологического факультета ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогиче-

ский университет имени М.Е. Евсевьева». Была организована работа с обучающимися 10-го класса (64 человека) при их посещении дополнительных занятий по изучению естественных и измененных человеком экологических систем.

Результаты исследования и их обсуждение

Формирование экологической культуры важно осуществлять на разных этапах получения общего образования. Полагаем, что старший школьный возраст в данном случае представляется особенным. Он характеризуется тем, что у старшеклассников появляется самостоятельность в действиях, возникают ценностные ориентации, а также мировоззренческие установки. Обучающиеся указанного возраста вполне способны проявить эколого-ориентированную личностную позицию при взаимодействии с компонентами неживой и живой природы. Вместе с тем, к сожалению, старшеклассники нередко выражают мнение о бесполезности экологических знаний, так как, обращая внимание на поведение взрослых, наблюдают их некоторое безразличие к нормам природосообразного поведения. Обучающиеся понимают степень опасности экологических проблем, проявляющихся не только на глобальном, но и региональном и локальном уровнях, но порой не видят своей роли в необходимости их решения. Осуществление природоохранной деятельности считают социально важным действием, однако реально в такого рода деятельности явной активности не проявляют [8, с. 101].

С позиции сказанного, важно, чтобы старшеклассники овладели эколого-культурной грамотностью. Эколого-культурная грамотность старшеклассника – это обусловленная возрастными (физиологическими и психологическими) особенностями совокупность знаний об организации природы, ее функционировании, универсальном значении для человека, способов и средств сохранения природных объектов на основе принятия общенациональных ценностей как личностных смыслов, проявления эмоциональных переживаний, разных форм деятельности, определяющих природосообразное поведение и добровольное выполнение посильных практических мер по преобразованию окружающей среды в интересах нынешних и будущих поколений.

Для целенаправленного формирования эколого-культурной грамотности старшеклассников необходимо задействовать определенные педагогические средства. Как показала наша практика работы с названной категорией обучающихся, при учете их

возрастных возможностей, одним из таких средств, несомненно, выступают творческие задания, особенно касающиеся улучшения состояния окружающей среды на основе признания ценностей природных и рукотворных (социоприродных) экологических систем. Благодаря им осуществляется естественный круговорот веществ, выступающий в качестве поддержания устойчивости природы, а также реализуются потребности человека эстетического, оздоровительного и рекреационного назначения.

Прежде чем представить образцы заданий, подчеркнем, что к творческим авторам относят те, которые представляются старшеклассникам в виде учебной информации, содержащей наряду с заданными условиями и неизвестными данными еще и указания для самостоятельной творческой деятельности, направленной на задействование их личностного потенциала и получение требуемого образовательного продукта. Отметим, что задания нами разрабатывались с опорой на классификацию творческих заданий А.В. Хуторского, который предложил делить их на когнитивные, креативные и организационно-деятельностные [9, с. 321]. В данной статье авторы представляют задания первой группы – когнитивные, согласующиеся с возрастными особенностями старшеклассников. Задания направлены на формирование и развитие у них познавательных действий: анализировать информацию экологического содержания, выявлять существенные признаки данного экологического объекта, формулировать ответы на поставленные вопросы при поиске причин и следствий экологического характера, принимать правильное решение эколого-культурного смысла.

Задание 1. Изучаем и выражаем свое отношение к водным экологическим системам с позиции культуры ее сохранения.

Мотивационная часть. С давних пор известно, что водные экологические системы являются неотъемлемой частью природы любой из территорий нашей страны. Они являются средой жизни водных организмов, поддерживают баланс грунтовых и подземных вод, имеют определенное значение для человека – эстетическое, оздоровительное, рекреационное.

Содержательно-познавательная часть. Прочитайте текст: «Через малый город одного из регионов страны протекает небольшая река. Жители города с грустью говорят: раньше вода в реке была хрустально чистой, по берегам произрастали привлекательные на вид разные деревья и кустарники. А сколько в ней было рыбы! Сегодня дело обстоит совсем по-другому. За два де-

сятка лет она превратилась в мутный поток неизвестного химического состава. Экологи бьют тревогу: в реке в черте города пропала рыба, земноводных тоже почти не осталось, по берегам разрослись крапива, репейник и борщевик. В реке оказались сточные воды с городских улиц, на берегах сваливаются бытовые отходы, вода из забытых канализационных колодцев также попадает в нее. Состав воды характеризуется высоким содержанием органики и солей различных металлов, а также низким содержанием кислорода».

Творчески-созидательная часть. Ответьте на вопросы: 1. Какие явления в системе реки будут происходить? 2. Как могут изменяться элементы неживой части системы реки – биотопа? 3. Может ли экологическая система погибнуть? Да. Нет. Почему? Примите экологически целесообразные решения: 1. Кому адресовали бы выполнение активных действий по сохранению экологической системы реки? 2. Что могли бы вы сами сделать для улучшения состояния реки, чтобы вернуть ей «былую красоту» и естественную привлекательность?

Задание 2. Изучаем и выражаем свое отношение к лесным экологическим системам с позиции культуры ее сохранения.

Мотивационная часть. Лесные экологические системы обеспечивают окружающую среду кислородом и водой, сохраняют почвы и водные ресурсы, смягчают последствия изменения климата. Леса служат местом произрастания и обитания многих видов живых существ. Они выполняют важнейшие функции в биологическом и геологическом круговоротах веществ.

Содержательно-познавательная часть. Прочитайте текст: «В одном из регионов России есть достаточно крупный завод по производству цемента из местного сырья, в состав которого входят мел и мергель. С химической точки зрения они богаты оксидами кальция, магния, кремния, железа, алюминия. При производстве цемента эти вещества, попадая в окружающую среду, влияют на природные экологические системы. В расположенном рядом с заводом мелколиственным лесу листья составляющих его видов древесных растений покрыты толстым слоем пыли, работа их устьиц угнетена. Уже имеются погибшие растения. Состав почвы также изменяется из-за поступления названных оксидов».

Творчески-созидательная часть. Ответьте на вопросы: 1. Почему изменились древесные растения в лесу? 2. Какие изменения будут происходить в экологической системе при сокращении численности древесных растений первого и второго ярусов? 3. Мо-

жет ли погибнуть экологическая система? Примите экологически целесообразные решения: 1. Кто, по вашему мнению, может предотвратить вредное воздействие отходов цементного производства на экологическую систему мелколиственного леса? 2. Если бы вам предоставилась возможность сохранения названной экологической системы, то какое решение вы приняли бы в данном случае?

Задание 3. Изучаем и выражаем свое отношение к состоянию городской экологической системы с позиции культуры сохранения здоровья человека.

Мотивационная часть. Изучение состояния социоэкосистем, типичным выразителем которых является город с его населением, инфраструктурой, а также компонентами неживой и живой природы, сегодня признается одной из приоритетных проблем комплексной экологии. Важно, чтобы городская среда была пригодной для нормальной жизни и деятельности людей.

Содержательно-познавательная часть. Прочитайте текст: «В большинстве малых городов страны средний выброс веществ от автотранспорта оценивается примерно в 50 тыс. т/год, что для них очень много. Ученые заключили: вещества, выбрасываемые при эксплуатации автотранспорта, соединения свинца в частности, попадают в растения и по пищевым цепям накапливаются в животных. Получается, что от этих веществ страдает все живое сообщество».

Творчески-созидательная часть. Ответьте на вопросы: 1. В каких компонентах городской экологической системы могут накапливаться свинцовые соединения в первую очередь? 2. Как они попадают в организм человека? 3. К каким последствиям приводит накопление свинца в организме человека? Примите экологически целесообразные решения: 1. Вы получили широкие полномочия для принятия решения по снижению концентрации свинца на территории города. Составьте план ваших действий с указанием ответственных лиц за его конкретные пункты и придумайте способ представления составленных материалов общественности.

Подобные задания были разработаны с использованием материала, касающегося других экологических систем, характерных для местности своего проживания, в частности пойменного луга, хвойного леса, речного (пойменного) озера, пшеничного поля.

В целом можно утверждать о позитивной реакции обучающихся на выполнение таких заданий. В итоговом контроле приняли участие 62 человека, которые выразили свои ответы на предложенные им вопросы [6]. Выполненные диагностические про-

цедуры показали в целом положительные результаты. Большая часть обучающихся (76%) утверждала, что выполнение поисковой работы на основе [10] предложенных заданий побуждает их к проникновению в сущность данного экологического объекта, ибо необходимо выполнить действия аналитической направленности. Почти 82% респондентов указали на то, что благодаря анализу они смогли выявить существенные признаки данного экологического объекта (экологической системы), что является важной основой для определения его ценности для человека и общества. Примечательно, что почти 80% старшеклассников утверждали об актуальности формулирования своих ответов на поставленные вопросы о нежелательных последствиях, возникающих в экологических системах под воздействием факторов антропогенного происхождения. Именно такие последствия по их справедливому утверждению подталкивают к принятию экологически целесообразного решения в направлении поддержания состояния экологического объекта при условии повышения культуры производства различных товаров для потребления, культуры оптимальной утилизации отходов производства и иного происхождения, главное же, культуры поведения каждого человека во время пребывания в природе на основе соблюдения норм и правил бережного отношения к ее неживым и живым компонентам, формирующим жизнепригодную среду всем существам, включая и самого человека. Особо подчеркнем, что беседы со старшеклассниками в доверительной форме позволяют утверждать об изменении их отношения к восприятию и применению содержания изучаемого материала в учебных ситуациях с позиции выполнения каждым человеком экологической культуросообразной деятельности в окружающей среде. Следовательно, апробированная тактика к разработке творческих заданий может оказывать положительное влияние на совершенствование экологической подготовки старшеклассников с позиции формирования эколого-культурной грамотности [10].

Выводы

На основе изложенных материалов теоретического и практического содержания возникает возможность сформулировать соответствующие выводы.

1. В условиях совершенствования экологического образования как составной части общего образования важно опираться на идею оптимизации системы «природа – человек – общество», одним из приоритет-

ных составляющих которой выступает рациональное использование ресурсов природы, предполагающее полное извлечение из природного объекта всех полезных продуктов с наименьшим нарушением ресурсного потенциала и состояния окружающей среды.

2. Для понимания подрастающим поколением сущности рационального использования ресурсов природы важно приобщать его к экологической культуре как желаемому результату педагогического процесса, приоритетными признаками которого выступают сформированность знаний о природе и сложных отношениях между ее компонентами, принятие установки на оптимальное взаимодействие человека с природой, освоенность практических умений (навыков) разумного природопользования, улучшения состояния окружающей среды на основе признания самоценности и разных ценностей объектов неживой и живой природы.

3. Старший школьный возраст для овладения экологической культурой представляется особенным. Он характеризуется тем, что у старшеклассников появляется самостоятельность в действиях, возникают ценностные ориентации, а также установки на улучшение природных объектов и поддержание состояния окружающей среды. В связи с этим имеется потребность в формировании эколого-культурной грамотности с использованием творческих заданий, предполагающих принятие экологически целесообразных решений, признание ценности объектов неживой и живой природы и правил рационального использования ресурсов.

4. Использование предложенных творческих заданий в учебно-познавательной деятельности старшеклассников в дополнительном образовании доказывает их самостоятельность в отношении формирования эколого-культурной грамотности, выразителями которой в данном случае являются способность анализировать информацию экологического содержания, выявлять существенные признаки данного экологического объекта, формулировать ответы на поставленные вопросы при поиске причин и следствий экологического характера, принимать правильное решение эколого-культурного смысла.

Список литературы

1. Основные показатели охраны окружающей среды // Статистический бюллетень. М.: Федеральная служба государственной статистики, 2023. 105 с.
2. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2022 году. Государственный доклад. М.: Минприроды России; МГУ им. М.В. Ломоносова, 2023. 686 с.

- 3 Арбатов А.А., Мухин А.В. Сырьевой гигант на перепутье: минерально-сырьевой комплекс страны. М.: Наука, 1992. 167 с.
4. Дзятковская Е.Н. Новая концепция экологического образования: эволюция ключевых понятий // Ценности и смыслы. 2022. № 5 (81). С.112–125. DOI: 10.24412/2071-6427-2022-5-112-125.
5. Мамедов Н.М. Смысл экологического образования: парадоксы понимания // От экологического образования к экологии будущего: Сборник материалов и доклады VI Всероссийской научно-практической конференции по экологическому образованию. М., 2019. С. 1844-1853.
6. Семенова Н.Г., Якунчев М.А., Маркинов И.Ф. Практико-ориентированные задания как средство оценивания результатов подготовки обучающихся // Современные наукоемкие технологии. 2023. № 9. С. 172–179. DOI: 10.17513/snt.39780.
7. Семенова Н.Г., Якунчев М.А., Маркинов И.Ф. Практико-ориентированные задания как средство формирования профессиональных компетенций у будущего учителя в педагогическом вузе // Сибирский педагогический журнал. 2023. № 5. С. 64-75. DOI: 10.15293/1813-4718.2305.07.
8. Корнилова Л.А. Подготовка будущих педагогов к формированию экологического мировоззрения у старшеклассников: дис. ... канд. пед. наук. Волгоград, 2020. 188 с.
9. Хуторской А.В. Эвристическое обучение // Современная дидактика. М.: Высшая школа, 2007. 639 с.
10. Якунчев М.А., Осинин Р.В., Семенова Н.Г., Журавлева Е.В. Виды учебных кейсов для формирования функциональной грамотности в естественнонаучной подготовке обучающихся // Современные наукоемкие технологии. 2023. № 10. С. 160–166. DOI: 10.17513/snt.39809.

УДК 376.37
DOI 10.17513/snt.40048

СФОРМИРОВАННОСТЬ ПРЕДПОСЫЛОК К ОСВОЕНИЮ НАВЫКОВ ЧТЕНИЯ И ПИСЬМА У ОБУЧАЮЩИХСЯ, ПОСТУПИВШИХ В 1 КЛАСС ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЫ

Артемова Е.Э., Федорова А.С.

ФГБОУ ВО «Московский государственный психолого-педагогический университет», Москва,
e-mail: artemovae@mgppu.ru, fedorova.anastasia.s@yandex.ru

Цель проведенного в начале 2023–2024 учебного года эксперимента – изучить предпосылки к освоению навыков письма и чтения у младших школьников, не имеющих статуса «ребенок с ограниченными возможностями здоровья», для определения направлений коррекционной работы по предупреждению возникновения нарушений письменной речи. В экспериментальную группу для изучения сформированности предпосылок к освоению навыков чтения и письма вошли 42 обучающихся первых классов общеобразовательной школы. На диагностическом этапе изучались риски возникновения нарушений письменной речи у младших школьников с помощью экспресс-диагностики речевого развития О.А. Безруковой, методики раннего выявления дислексии А.Н. Корнева и заданий из методик Т.А. Фотековой, Т.В. Ахутиной. По результатам констатирующего эксперимента у 24% обучающихся от всей экспериментальной группы была выявлена предрасположенность как к дислексии, так и к дисграфии. У остальных детей только к одному виду нарушения письменной речи. При этом степень риска возникновения варьировалась от низкой до высокой. В данной статье авторами были предложены направления коррекционной работы по развитию предпосылок к освоению навыков чтения и письма.

Ключевые слова: письменная речь, дислексия, дисграфия, младшие школьники, дети с трудностями в обучении, профилактика нарушений письма и чтения, обучающиеся первого класса

THE FORMATION OF PREREQUISITES FOR MASTERING READING AND WRITING SKILLS AMONG STUDENTS ADMITTED TO THE 1ST GRADE OF A COMPREHENSIVE SCHOOL

Artemova E.E., Fedorova A.S.

Moscow State University of Psychology and Education, Moscow,
e-mail: artemovae@mgppu.ru, fedorova.anastasia.s@yandex.ru

The purpose of the experiment conducted at the beginning of the 2023–2024 academic year is to study the prerequisites for mastering writing and reading skills in younger schoolchildren who do not have the status of a “child with disabilities” in order to determine the directions of correctional work to prevent the occurrence of writing disorders. The experimental group to study the formation of prerequisites for the development of reading and writing skills included 42 students of the 1st grade of a secondary school. At the diagnostic stage, the risks of writing disorders in younger schoolchildren were studied using the express diagnosis of speech development by O.A. Bezrukova, the method of early detection of dyslexia by A.N. Kornev and tasks from the methods of T.A. Fotekova, T.V. Akhutina. According to the results of the ascertaining experiment, 24% of the students from the entire experimental group had a predisposition to both dyslexia and dysgraphia. The rest of the children have only one type of writing disorder. At the same time, the degree of risk of occurrence varied from low to high. In this article, the authors proposed the directions of correctional work on the development of prerequisites for the development of reading and writing skills.

Keywords: written language, dyslexia, dysgraphia, primary schoolchildren, children with learning difficulties, prevention of writing and reading disorders, first grade students

На сегодняшний день в системе начального образования учителя все чаще сталкиваются с ситуацией, когда в класс приходит ребенок, имеющий нарушения в развитии, но при этом он не имеет статуса «ребенок с ограниченными возможностями здоровья». Не все дети, поступающие на обучение в первый класс, имеют выявленные и подтвержденные документально нарушения речевого развития. При освоении программы во время обучения в начальной школе такие дети испытывают трудности разного рода при освоении навыков чтения, письма, счета и составляют группу риска по возникновению дислексии и дисграфии [1; 2].

Своевременное выявление среди первоклассников детей группы риска по возникновению нарушений чтения и письма позволит, при правильно организованной профилактической логопедической работе, снизить риск появления трудностей в обучении.

Одним из основных показателей готовности к обучению в школе является уровень сформированности устной речи, так как с ее помощью, и в дальнейшем при помощи письменной речи, ребенок будет осваивать школьную программу [3; 4].

В первом классе письмо служит целью обучения, в процессе которого ребенку необходимо освоить навык правильного и осоз-

нанного письма. Чтение же играет большую роль при изучении устных предметов. Несформированность предпосылок к освоению письменной речи является значительной преградой и влияет на успешность в обучении в начальной школе. Анализируя экспериментальные данные современных исследований, можно сделать вывод, что за последнее время значительно увеличилось число младших школьников, у которых не сформированы предпосылки к овладению письменной речью [5–8].

В связи с этим большое значение придается ранней диагностике сформированности предпосылок к овладению навыками чтения и письма [9; 10; 11, с. 10–14].

Согласно Федеральной образовательной программе начального общего образования (ФОП НОО) в начале первого класса предусмотрена первичная диагностика, которую проходят все дети [12]. Авторы рассмотрели стартовую диагностику как механизм выявления сформированности предпосылок к овладению чтением и письмом.

С целью изучения рисков возникновения нарушений письменной речи у младших школьников авторами было проведено экспериментальное исследование, состоящее из трех этапов.

Материалы и методы исследования

В исследовании принимали участие 42 обучающихся первых классов ГБОУ г. Москвы, которые составили экспериментальную группу. Все обучающиеся не имеют заключений Центральной психолого-медико-педагогической комиссии (далее ЦПМПК) и осваивают образовательную программу «Школа России». Программа диагностики включала три этапа:

1 этап. Экспресс-диагностика речевого развития О.А. Безруковой [13].

По итогу проведения первого этапа диагностики были отобраны дети, которые показали низкий результат и у которых были выявлены нарушения речевого развития. Именно эти обучающиеся участвовали в проведении второго и третьего этапов диагностики.

2 этап. Диагностика по методике раннего выявления дислексии (МРВД) А.Н. Корнева [14, с. 65–70; 15]. Данная методика направлена на выявление предрасположенности к дислексии у детей 6–8 лет.

3 этап. Диагностика выявления трудностей в освоении навыков письма.

Для проведения третьего этапа диагностики были подобраны задания с целью выявления степени риска возникновения дисграфии в соответствии с классификацией Р.И. Лалаевой [16, с. 9–14; 17, с. 25–29].

При подборе диагностических заданий использовались методики Т.А. Фотековой и Т.В. Ахутиной [18, с. 10–20]. Комплекс заданий был разделен на четыре серии:

1. Изучение степени риска возникновения артикуляторно-акустической и акустической дисграфии.

2. Изучение степени риска возникновения аграмматической дисграфии.

3. Изучение степени риска возникновения дисграфии на почве нарушения языкового анализа и синтеза.

4. Изучение степени риска возникновения оптической дисграфии.

Результаты исследования и их обсуждение

Применение методики экспресс-диагностики позволило выявить обучающихся, которые испытывали трудности при выполнении заданий, направленных на изучение сформированности лексической, грамматической и фонетико-фонематической сторон речи.

При выполнении заданий, направленных на определение уровня сформированности лексической компетенции, у школьников отмечался ограниченный словарный запас, особенно глагольный словарь (например, шьет, а не пришивает пуговицу; катает, а не раскатывает тесто; режет, а не вырезает бабочку). Системная организация словаря находится на уровне установления первичных тематически обусловленных связей, в лексиконе много слов, значение которых усвоено только на номинативном уровне.

Словообразовательные и словоизменяющие умения у большинства детей не сформированы, например: масленка – масленица; строитель – строительщик; индючие лапы; белкин хвост. Наблюдаются ошибки употребления сложных предлогов (вылезает из дивана; смотрит из двери), употребления существительных дательного падежа множественного числа (подхожу к стулам) и творительного падежа множественного числа (лечу над домом, над полем). Синтаксические навыки в целом сформированы. В речи наблюдаются отдельные недочеты при построении сложносочиненных предложений с причинно-следственной или временной связью.

При обследовании сформированности фонетико-фонологической компетенции наиболее сложными для школьников оказались задания на изучение навыков звукового анализа. Были отмечены трудности различения глухих и звонких согласных, нарушения звукопроизношения (соноры, свистящие, шипящие), нарушения слоговой структуры слова (элизии, антиципации,

перестановка слогов). При этом нарушений просодического оформления речи у обследуемых детей не было выявлено.

Эти результаты позволяют сделать вывод, что обучающиеся имеют недоразвитие лексической, грамматической и фонетико-фонематической сторон речи. Несмотря на отсутствие каких-либо заключений о нарушении речевого развития, на практике оказывается, что дети, приходящие в первый класс, имеют предпосылки к возникновению трудностей в обучении из-за несформированности речевых компонентов.

Для проведения дальнейшего углубленного обследования, направленного на выявление степени риска возникновения дислексии и дисграфии, из 42 участников экспериментальной группы были отобраны только те школьники, которые по результатам компьютерного тестирования смогли набрать менее 85% по всем трем компетенциям. Таким образом, для участия во втором и третьем этапе исследования был отобран 21 учащийся.

Второй этап диагностики направлен на выявление предрасположенности к дислексии.

В соответствии с методикой А.Н. Корнева [14, с. 65–70] анализ результатов проводили следующим образом: суммировали результаты первого (рядоговорение) и четвертого (повторение цифр) субтестов, а также на выбор результаты второго (ритмы) или третьего (кулак – ребро – ладонь) субтеста по большему количеству баллов. Если ребенок набирал свыше пяти баллов, это свидетельствовало о его предрасположенности к возникновению дислексии.

Среди 21 участника второго этапа исследования риск возникновения дислексии был выявлен у 7 чел., что составило треть от числа детей экспериментальной группы. У этих школьников наблюдались трудности в воспроизведении автоматизированных рядов. Самым трудным для выполнения оказалось задание на повторение цифрового ряда в обратном порядке. А также большое количество ошибок в слуховом различении ритмов и его воспроизведении.

Необходимо еще отметить наличие трудностей включения в работу, слабую концентрацию внимания, хаотичную работу методом проб и ошибок. У всех детей группы риска по возникновению дислексии авторы наблюдали неустойчивую работоспособность. Эти процессы являются одними из основных неречевых предпосылок для формирования чтения.

Далее представим анализ результатов третьего этапа диагностики, направленного на выявление трудностей в освоении навыков письма.

При выполнении заданий, направленных на изучение степени риска возникновения артикуляторно-акустической и акустической дисграфии, у 12 чел. была выявлена средняя степень риска, высокой степени риска не было выявлено.

Наибольшие трудности обучающиеся испытывали при выполнении первого и второго задания. У школьников отмечались нарушения звукопроизношения и фонематического слуха. Типичные ошибки: нарушение произношения более одной группы звуков (шипящие, сонорные), искаженное воспроизведение цепочек слогов с оппозиционными фонемами (ша-ша-ша вместо жа-жа-жа; са-са-ша вместо ша-са-ша).

При выполнении заданий второй серии, направленных на изучение степени риска возникновения аграмматической дисграфии, у 18 чел. была выявлена высокая степень риска, у 3 чел. – средняя степень риска.

Предложенные задания оказались наиболее сложными. При обследовании понимания грамматических форм мужского, женского и среднего рода отмечалось угадывающее определение картинки, основным критерием был цвет, а не грамматическая форма прилагательного: «покажи желтое полотенце» – ребенок показывал любую картинку желтого цвета. Обучающиеся допускали ошибки при согласовании существительного с числительным «два» и «пять» (два окно, пять окон).

Типичные ошибки при выполнении задания на образование качественных прилагательных: повторение за логопедом предложенного словосочетания, подбор неверного прилагательного. При образовании притяжательных прилагательных обучающиеся допускали ошибки в виде уподобления ответов (у собаки хвост собачий), а также повтор предложенного лексического материала (у зайца хвост зайца).

В задании на образование существительных с суффиксами -чик-, -щик- обучающиеся отвечали либо обобщенно (папа, мама, дядя, тетя), либо вовсе затруднялись в ответе.

При изучении употребления предложно-падежных конструкций были отмечены у детей такие трудности, как неправильное употребление предлогов (собака под коробкой – собака за коробкой), замена предлогов (птица между клетками – птица у клеток).

По результатам третьей серии заданий, направленных на изучение степени риска возникновения дисграфии на почве нарушения языкового анализа и синтеза, у 10 чел. была выявлена средняя степень риска, у 6 чел. – низкая степень риска, у 5 чел. – высокая степень риска.

Степень риска возникновения дисграфии (в %)

	Низкая степень риска	Средняя степень риска	Высокая степень риска
Артикуляторно-акустическая и акустическая дисграфия	42,9	57,1	0
Аграмматическая дисграфия	0	14,3	85,7
Дисграфия на почве нарушения языкового анализа и синтеза	28,6	47,6	23,8
Оптическая дисграфия	77,4	28,6	0
Средний показатель риска возникновения дисграфии	35,7	36,9	27,4

Наибольшее количество ошибок было допущено в задании на звуковой анализ и синтез. Обучающиеся не умеют определять количество звуков в слове, первый и третий звук в слове, а также составить слово из заданных звуков.

При обследовании слогового анализа и синтеза были трудности определения первого слога и количества слогов в слове. При обследовании навыков языкового анализа возникали сложности в определении нужного слова (первого, второго, последнего слова) из предложения.

Задание на обследование навыков лексико-синтаксического анализа было выполнено наиболее успешно. Наблюдались единичные ошибки в виде пропусков слов в повторяемых предложениях, без нарушения смысла и структуры предложения.

При выполнении заданий третьей серии, направленных на изучение степени риска возникновения оптической дисграфии, у 6 чел. была выявлена средняя степень риска, у 15 – низкая степень риска, высокой степени риска не было выявлено.

У первоклассников отмечались трудности выполнения графического диктанта (путали вправо-влево, неверно считали клетки), трудности продолжения предложенного графического рисунка (изменение размера рисунка, пропуск одного элемента).

Для определения степени риска возникновения дисграфии подсчитывается коэффициент успешности выполнения всех заданий данной методики: успешность выполнения заданий более 75% соответствует низкой степени риска возникновения дисграфии, от 50 до 74% – средней степени риска возникновения дисграфии, менее 50% – высокой степени риска возникновения дисграфии.

Полученные данные по всей диагностике представлены в общей таблице.

Анализируя данные, представленные в таблице, и ориентируясь на средний показатель риска возникновения дисграфии, можно сделать вывод, что у большинства обуча-

ющихся была выявлена средняя степень риска, эти дети нуждаются в специально организованной профилактической логопедической работе.

Проведенный анализ результатов обучающихся группы риска показывает, что эти школьники имеют нарушения в формировании речевых предпосылок к освоению навыков письменной речи, они имеют нарушения звукопроизношения, фонематического восприятия, сукцессивных процессов и звукобуквенного анализа. Выделенные критерии риска без коррекционной работы окажут негативное влияние на освоение программы начальной школы.

Важно отметить, что у 24% обучающихся от всей экспериментальной группы был выявлен риск возникновения как дислексии, так и дисграфии. У остальных детей только к одному виду нарушения – дисграфии или к дислексии.

Именно на этапе освоения навыков чтения и письма можем заранее выявить предрасположенность к нарушениям письменной речи и провести качественную профилактическую работу, что позволит избежать возникновения дисграфии или дислексии.

Направления коррекционной работы по развитию предпосылок к освоению навыков чтения и письма

Авторами были выделены три группы риска:

- 1) группа риска по нарушению чтения и письма;
- 2) группа риска по нарушению чтения;
- 3) группа риска по нарушению письма.

Анализ полученных результатов второго этапа эксперимента позволил определить направления коррекционной работы, целью которой является развитие предпосылок к освоению навыка чтения:

1. Коррекция нарушений звукопроизношения.
2. Развитие звукобуквенного анализа.
3. Развитие сукцессивных процессов.

Данные, полученные в ходе реализации третьего этапа эксперимента, говорят о несформированности у младших школьников предпосылок к освоению навыка письма. В связи с этим были определены направления коррекционной работы для детей со средней и высокой степенью риска:

1. Профилактика возникновения артикуляционно-акустической и акустической дисграфии: постановка отсутствующих звуков и их автоматизация и дифференциация артикуляторно-акустически сходных звуков.

2. Профилактика возникновения аграмматической дисграфии: развитие навыков словообразования, словоизменения и предложно-падежных конструкций.

3. Профилактика возникновения дисграфии на почве нарушения языкового анализа и синтеза: работа над звуковым анализом и синтезом, работа над слоговым анализом, работа над лексико-синтаксическим анализом, работа над языковым анализом.

4. Профилактика возникновения оптической дисграфии: развитие зрительного внимания, гнозиса, мнезиса и пространственных представлений.

Для проведения логопедических занятий по профилактике нарушений письменной речи можно использовать методики И.Н. Садовниковой [19] и А.В. Ястребовой, Т.П. Бессоновой [20].

Заключение

Таким образом, в ходе анализа результатов экспериментального исследования авторы выяснили, что характер сформированности предпосылок к освоению навыков чтения и письма у детей группы риска отличается своеобразием. Для предупреждения возникновения трудностей в освоении письменной речи необходимо учитывать уровень развития языковых компетенций, звукопроизношение и успешные процессы. Обучающиеся, попавшие в группу риска, нуждаются в индивидуально-дифференцированном подходе при организации коррекционной работы. Выделенные направления включаются в систему специального обучения и организованную логопедическую работу.

Список литературы

1. Антонова Е.Е., Калмыкова А.С., Самуйлова Д.И. Вариативность специфических ошибок письма у младших школьников // Школьный логопед. 2021. № 2 (78). С. 19–26.

2. Алмазова А.А., Бабина Г.В., Любимова М.М., Соловьёва Т.А. Состояние готовности детей к обучению письму и чтению: концепции и результаты исследования // Проблемы современного образования. 2017. № 4. С. 94–112.

3. Барабонина А.А. Профилактика и коррекция дисграфии // Проблемы педагогики. 2018. № 3 (35). С. 76–79.

4. Киселева Н.Ю. Профилактика дислексии: изучение трудностей буквенного гнозиса // Проблемы современного педагогического образования. 2023. № 78–3. С. 122–125.

5. Воропаева И.Н. Дисграфия – профилактика и коррекция // Вестник науки и образования. 2019. № 20–1 (74). С. 86–88.

6. Одинокова Н.А. Нарушения готовности к овладению письмом первоклассников общеобразовательной школы и причины трудностей // Вестник Омского государственного педагогического университета. Гуманитарные исследования. 2023. № 1 (38). С. 187–191.

7. Галкина И.А., Галева Е.В. Особенности механизмов письменной речи и готовности к письму детей седьмого года жизни // АНИ: педагогика и психология. 2021. № 1 (34). С. 57–60.

8. Алмазова А.А., Бабина Г.В., Любимова М.М., Соловьёва Т.А., Рябова Н.В., Бабина Е.Д. Выявление факторов риска возникновения нарушений письма и чтения: технологический и прогностический аспекты // Интеграция образования. 2018. № 1 (90). С. 151–165.

9. Антонова Е.Е. Выявление специфических ошибок в письменных работах учащихся начальных классов // Коррекционная педагогика: теория и практика. 2022. № 4 (94). С. 38–41.

10. Каштанова С.Н., Курьёва Ю.А. Исследование предпосылок дислексии у детей дошкольного и младшего школьного возраста // Проблемы современного педагогического образования. 2021. № 72–2. С. 104–106.

11. Прищепова И.В. Логопедическая работа по формированию предпосылок усвоения орфографических навыков у младших школьников с общим недоразвитием речи: монография. М.: Юрайт, 2024. 201 с.

12. Приказ Минпросвещения России от 18.05.2023 № 372 «Об утверждении федеральной образовательной программы начального общего образования» (Зарегистрировано в Минюсте России 12.07.2023 № 74229). [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/407384408/> (дата обращения: 22.03.2024).

13. Безрукова О.А., Нурминский Е.В., Каленкова О.Н. Экспресс-диагностика речи ребенка дошкольного возраста. Программа для ЭВМ. М.: Русская речь, 2014. [Электронный ресурс]. URL: <https://specped.ru/software/express-diagnostics/> (дата обращения: 23.03.2024).

14. Корнев А.Н., Ишимова О.А. Методика диагностики дислексии у детей. СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2010. 72 с.

15. Каркашадзе Г.А., Куракина М.А., Намазова-Баранова Л.С. Применение методов диагностики расстройств чтения и письма в российских популяционных исследованиях // Педиатрическая фармакология. 2023. Т. 20, № 6. С. 597–607.

16. Лалаева Р.И., Венедиктова Л.В. Нарушение чтения и письма у младших школьников. Диагностика и коррекция. Ростов-на-Дону: «Феникс»; СПб.: «Союз», 2004. 224 с.

17. Лалаева Р.И. Нарушения чтения и пути их коррекции у младших школьников. СПб.: КАРО, 2019. 132 с.

18. Фотекова Т.А., Ахутина Т.В. Диагностика речевых нарушений школьников с использованием нейропсихологических методов: пособие для логопедов и психологов. М.: АРКТИ, 2002. 136 с.

19. Садовникова И.Н. Нарушения письменной речи и их преодоление у младших школьников. М.: Владос, 1997. 256 с.

20. Ястребова А.В., Бессонова Т.П. Обучаем читать и писать без ошибок: комплекс упражнений для работы учителей-логопедов с младшими школьниками по предупреждению и коррекции недостатков чтения и письма. М.: АРКТИ, 2023. 360 с.

УДК 378.12
DOI 10.17513/snt.40049

ТРАНСФОРМАЦИЯ СИСТЕМЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА СОСТОЯНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ЗДОРОВЬЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ ВУЗОВ

¹Богдан Н.Н., ²Масилова М.Г., ¹Самсонова Е.А.

¹*Сибирский институт управления – филиал ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации», Новосибирск, e-mail: bogdan-nn@mail.ru, samsonova-ea@ranepa.ru;*

²*ФГБОУ ВО «Владивостокский государственный университет», Владивосток, e-mail: marina.masilova@vvsu.ru*

Цель исследования – выявление факторов риска в трансформации высшего образования, приводящих к нарушениям профессионального здоровья и самочувствия преподавателей, а также определение основных направлений минимизации их негативного влияния. В ходе непрерывной модернизации системы образования происходит существенная трансформация высшей школы: меняются условия функционирования вузов, образовательного процесса и механизмов управления, что приводит к принципиальным изменениям профессиональной деятельности преподавателей. В статье под трансформацией преподавательской деятельности авторы понимают и детально рассматривают принципиальные изменения содержания деятельности и ролевого репертуара, форм работы и требований к преподавателям высших учебных заведений в условиях преобразования образовательной среды. Исследование основано на методах теоретического и статистического анализа, социологических опросов и психологического тестирования, вторичного анализа. Проведенное исследование позволило определить несколько ключевых направлений последствий трансформаций: неконтролируемый поток нововведений к преподавательской деятельности, отсутствие анализа последствий согласованности предъявляемых требований с возможностями кадрового состава и несоответствие желаемых результатов реальным запросам общества. Результаты свидетельствуют об усложнении профессиональной деятельности педагога высшего учебного заведения, проявляющемся в увеличении учебной нагрузки, повышении требований к компетентности и системе оценивания профессиональной деятельности, снижении удовлетворенности работой. Особое внимание профессорско-преподавательский состав уделил изменению в показателях состояния здоровья. На основе эмпирического исследования сделаны выводы о влиянии происходящих изменений на профессиональное здоровье и самочувствие педагогов, появление рисков профессионального выгорания.

Ключевые слова: трансформация и модернизация высшей школы, образовательная среда, преподаватели вуза, высшие учебные заведения, профессиональное выгорание

THE TRANSFORMATION OF THE HIGHER EDUCATION SYSTEM AND ITS IMPACT ON THE PROFESSIONAL HEALTH OF UNIVERSITY TEACHERS

¹Bogdan N.N., ²Masilova M.G., ¹Samsonova E.A.

¹*Siberian branch of the Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Novosibirsk, e-mail: bogdan-nn@mail.ru, samsonova-ea@ranepa.ru;*

²*Vladivostok State University, Vladivostok, e-mail: marina.masilova@vvsu.ru*

The purpose of the study is to identify risk factors in the transformation of higher education that lead to violations of professional health and well-being of teachers, as well as to identify the main directions for minimizing their negative impact. During the continuous modernization of the education system, a significant transformation of higher education is taking place: the conditions of functioning of universities, the educational process and management mechanisms are changing, which leads to fundamental changes in the professional activities of teachers. In the article, by the transformation of teaching activity, the authors understand and consider in detail the fundamental changes in the content of activity and role repertoire, forms of work and requirements for teachers of higher educational institutions in the conditions of transformation of the educational environment. The research is based on the methods of theoretical and statistical analysis, sociological surveys and psychological testing, secondary analysis. The conducted research made it possible to identify several key areas of the consequences of transformations: the uncontrolled flow of innovations to teaching, the lack of analysis of the consequences of the consistency of the requirements with the capabilities of the staff and the discrepancy between the desired results and the real demands of society. The results indicate the complication of the professional activity of a teacher of a higher educational institution, manifested in an increase in the academic load, increased requirements for competence and the system of evaluating professional activity, and a decrease in job satisfaction. The teaching staff paid special attention to changes in health indicators. Based on empirical research, conclusions are drawn about the impact of ongoing changes on the professional health and well-being of teachers, the emergence of risks of professional burnout.

Keywords: transformation and modernization of higher education, higher education institutions, university teachers, educational environment, professional burnout

В последнее десятилетие система высшего образования в России постоянно претерпевает изменения, что приводит не только к модернизации, но и трансформации ее базовых оснований. Целью преобразований является достижение соответствия высшей школы современным глобальным вызовам и рынку труда.

В настоящее время одним из целеполагающих ориентиров для вузов является программа «Приоритет-2030», в рамках которой необходимо сформировать в стране более 100 прогрессивных современных университетов для обеспечения социально-экономического развития российских регионов [1]. Решение этой задачи требует повышения не только научно-образовательного потенциала вузов, перестройки образовательного процесса, но и развития способностей преподавателей к оперативному освоению нововведений. По-прежнему именно преподаватель является ключевой фигурой в реализации проектов, на него возлагается ответственность за внедрение процессов модернизации и обеспечения качества образования.

Наиболее значимые перемены связаны с активной цифровизацией учебного процесса, к которой преподавателям приходится адаптироваться в сжатые сроки. Ситуация осложняется возрастанием требований к квалификации профессорско-преподавательского состава (ППС) и недостаточной регламентированностью функциональных и должностных обязанностей. Так, от преподавателей помимо учебной работы требуется активное участие в научно-исследовательской и проектной деятельности, разработка образовательных продуктов для развития не только обучающихся вуза, но и работников различных сфер деятельности региона в целом. При этом, как правило, не учитываются затраты времени и психофизического возмущения преподавателей при освоении новых форм и технологий работы, выполнении дополнительных обязанностей, разработке современных программ и методов обучения. Помимо этого, новые условия деятельности нередко вступают в противоречия с личностными установками, принципами и ценностями педагога.

Деятельность преподавателя в целом подстраивается под новые требования аккредитационных мониторингов, инклюзии, проектов профессиональных и образовательных стандартов. От преподавателей по-прежнему требуется реализация триединой образовательной цели (обучение, воспитание и развитие), однако на практике ее полноценное выполнение трудноосуществимо

в условиях повсеместно внедряемых технологий бесконтактной работы, дистанционного обучения и перегрузки преподавателей. Рассмотренные факторы приводят к нарушению профессионального здоровья и самочувствия педагогов, появлению рисков профессионального выгорания, что требует принятия управленческих решений и соответствующих мер по его предупреждению и преодолению.

Цель предпринятого исследования – выявить факторы риска в трансформации высшего образования, приводящие к нарушениям профессионального здоровья и самочувствия преподавателей, и определить основные направления минимизации их негативного влияния. В рамках решения поставленных задач происходящие изменения рассматриваются на уровне внешней среды функционирования высшей школы, образовательной среды вуза, а также на уровне преподавательской деятельности и личности педагога.

Материалы и методы исследования

В ходе исследования помимо теоретического анализа научных публикаций применялись традиционные социологические и психологические методы. С целью выявления тенденций в развитии высшей школы анализировались статистические данные, отражающие динамику показателей кадрового состава вузов; состояние регламентации образовательного процесса изучалось путем анализа законодательных и нормативно-правовых актов, регулирующих различные стороны функционирования вузов.

В рамках эмпирического исследования применялся метод «электронного респондента», позволивший путем анкетирования и тестирования выявить мнения респондентов из числа разных категорий ППС о происходящих изменениях в преподавательской деятельности, оценить возможные риски для преподавателей и вузов в целом, а также определить наличие и степень выраженности профессионального выгорания у различных категорий ППС.

Эмпирической базой послужили результаты конкретного социологического исследования, проведенного преимущественно на базе Сибирского института управления – филиала РАНХиГС и некоторых вузов г. Новосибирска, а также данные вторичного социологического анализа материалов других исследователей. Всего в опросах участвовали в общей сложности 984 респондента. Таким образом, можно говорить о репрезентативности выборочной совокупности.

Результаты исследования и их обсуждение

Изучение публикаций, посвященных данной проблематике, позволило выделить ключевые противоречия между требованиями, предъявляемыми государством и обществом к деятельности вузов, и реальными условиями, в которых они функционируют [2, с.10–20; 3, с. 499–505; 4, с.129–131]. Содержательный анализ и обобщение исследований показывают, что эти противоречия носят общесистемный характер и проявляются на разных уровнях системы высшего образования.

К значимым общесистемным противоречиям, на наш взгляд, следует отнести несоответствие между:

- необходимостью обеспечения качества образования и его общедоступностью, что приводит к размыванию ценности высшего образования;

- необходимостью оперативного внедрения и применения новых образовательных стандартов, форм и технологии обучения и недостаточной готовностью образовательных организаций к материально-техническому обеспечению образовательного процесса;

- расширением круга обязанностей профессорско-преподавательского состава и недостаточным уровнем оплаты труда;

- модернизацией систем управления в вузах, усилением управляющей и контролирующей функций руководителей факультетов, кафедр и стремлением преподавателей к творческой деятельности в соответствии с принципом академической свободы; практика показывает, что имеет место быстрый рост числа работников, занимающихся менеджерской деятельностью в вузах, на фоне сокращения числа научно-педагогических работников;

- возрастанием количественных и качественных показателей научной деятельности и отсутствием коммуникаций с профессиональным сообществом, возможности участия в проектах с коллегами других вузов;

- низким социальным статусом преподавателя и высокой общественной значимостью труда.

Данные противоречия приводят к изменениям в количественных и качественных характеристиках профессорско-преподавательского состава и проблемам в кадровом обеспечении вузов. Так, по сведениям Росстата, численность штатного профессорско-преподавательского состава государственных и негосударственных вузов России за последние 5 лет сократилась на 30 тыс. преподавателей (12,2%), причем преимущественно за счет молодых преподавателей,

имеющих ученую степень [5, с. 95–96]. Среди причин оттока можно выделить снижение учебной нагрузки из-за перехода на бакалавриат, уменьшение контингента, закрытие отдельных направлений подготовки, падение престижа профессии, усложнение преподавательского труда, несоответствие заработной платы объему и сложности работы, увеличение численности студентов в расчете на одного преподавателя и общей нагрузки до 900 ч так называемой «первой половины дня».

На наш взгляд, следствием данных причин является в том числе ухудшение состояния профессионального здоровья преподавателей, обусловленное усложнением профессиональной деятельности. Одной из ключевых характеристик преподавателя, значимо влияющей на его профессиональную деятельность, является квалификация. Требования к квалификации, как показывает проведенный анализ, за последние пять лет подверглись принципиальным изменениям.

Преподавательскую деятельность сегодня регламентируют квалификационные характеристики ЕКС, которые существенно устарели и не соответствуют реалиям. Профессиональный стандарт «Педагог высшего образования», отчасти учитывающий изменения в профессиональной деятельности преподавателя, с 2019 г. отменен и, как следствие, в настоящее время нет нормативного акта, регулирующего трудовые функции преподавателя, что приводит к произвольному их определению на местах, расширению перечня профессиональных задач и увеличению нормативов работы [6].

Усиление ориентации высшего образования на прикладной характер получаемых знаний и умений находит свое отражение не только в требовании наличия у преподавателей профильного образования и опыта практической деятельности по преподаваемым дисциплинам, но и изменении содержания профессиональной деятельности, функций и роли преподавателя.

Рассмотренные противоречия свидетельствуют о рассогласовании между различными аспектами функционирования вузов, условиями профессиональной деятельности преподавателя и образовательной среды, в которых она осуществляется, что не может не отражаться негативно на профессиональном самочувствии преподавателя.

Анализ результатов опроса преподавателей о характере изменений в развитии высшей школы позволил установить, что, по мнению респондентов, нововведения в системе высшего образования являются высоко динамичными, существенными и

принципиальными, так считают от 89 до 92 % респондентов. При этом как негативные последствия отмечаются:

- усложнение профессиональной деятельности (82 %),
- снижение качества образования (81 %),
- ужесточение квалификационных требований и их несоответствие реальным кадровым характеристикам вузов (67 %).

Большее половины опрошенных (68 %) считают, что вводимые нововведения и требования не соответствуют реальным потребностям развития и экономическим возможностям общества.

Оценка изменений в содержании труда, а именно в перечне функций и обязанностей, показала, что их число увеличилось, так считают 47,6 % опрошенных. Увеличение интенсивности и объема работы отмечают 52,3 % респондентов. Часть респондентов (42,9 %) видят положительную динамику в изменении условий труда (материально-технических, бытовых). Методическая обеспеченность также оценивается как достаточная (57,1 %), но треть опрошенных (33 %) недовольна тем, что многие пособия уже устарели и стали неактуальными.

В целом анализ результатов опроса по отдельным характеристикам профессиональной деятельности показал:

- учебная нагрузка значительно возросла (49,6 %), вне зависимости от специфики кафедр;
- существенно пересмотрена система оценивания деятельности преподавателя в сторону ужесточения (77,6 %);
- требования к профессиональной компетентности по оценкам 48,6 % респондентов повысились;
- изменения в системе оплаты труда и размерах заработной платы в целом оцениваются положительно 52,4 %, но они не соответствуют возросшим требованиям к преподавателям.

Удовлетворенность профессиональной деятельностью испытывают только 28,5 % опрошенных преподавателей, 55,4 % не удовлетворены условиями труда из-за постоянных нововведений. При этом преподаватели отмечают, что все больше разочаровываются в работе. Практически во всех анкетах в качестве свободных ответов фиксируются следующие высказывания: «пропал интерес», «заставляю себя идти на работу», «многие изменения демотивируют», «надоела никому не нужная писанина», «тяжело работать в дистанционном формате», «в эпоху интернета появилось ощущение собственной ненужности как преподавателя» и др.

При оценивании влияния информационных технологий на профессиональную деятельность респонденты отметили:

- это привело к увеличению нагрузки преподавателя (52,4 %);
- оказало положительное воздействие, так как способствует развитию личности преподавателя, росту его компетенций (38,6 %);
- отрицательно влияет на общее состояние здоровья преподавателя (44,3 % опрошенных).

Таким образом, мнение опрошенных преподавателей в отношении использования цифровых технологий в образовательном процессе неоднозначно. В качестве негативных аспектов отмечается широкое использование ДОТ и, как следствие, длительная напряженная работа за компьютером. По степени выраженности последствий применения информационных технологий респонденты выделяют: профессиональное выгорание (63 %), ущерб состоянию здоровья (53 %), негативное воздействие на профессиональную деятельность (31 %).

Самооценка респондентами общего состояния здоровья показала, что лишь 9,5 % считают себя здоровыми, 43 % оценили уровень здоровья как в целом удовлетворительный, 36,7 % опрошенных не удовлетворены своим здоровьем. Ухудшение состояния здоровья отмечают больше половины преподавателей, при этом связывают это с изменениями в системе высшего образования (66,7 %), переутомлением на работе (62,9 %), нехваткой времени на оздоровление; существенно меньшая часть – с образом жизни (27,6 %) и возрастными изменениями (22,9 %).

Таким образом, полученные данные подтверждают выводы о тенденциях и характере изменений в высшей школе, их отражении на профессиональном самочувствии преподавателей.

Лонгитюдное исследование в отношении профессионального выгорания и оценке его проявлений проводилось с интервалом в 4 года (в 2019 и 2023 гг.). Сравнение результатов участников опроса показало нарастание актуальности проблемы (табл. 1).

При этом подтвержденность профессиональному выгоранию, по мнению респондентов, свойственна всем преподавателям вузов вне зависимости от занимаемой должности и стажа (72,8 % ответов), но более подтвержденными опрошенные назвали преподавателей средней (33,1 %) и старшей (44,1 %) возрастных групп. Данные результаты можно объяснить необходимостью быстрой адаптации к изменяющимся требованиям и условиям труда.

Таблица 1

Сравнительный анализ результатов опроса по проблеме профессионального выгорания (% ответов)

Критерии	2019	2023
Актуальность проблемы исследования выгорания	79,4	81,9
Проявления выгорания у себя	47,1	49,8
Проявления выгорания у коллег	64,7	69,8
Влияние на личностные качества	75,6	82,4
Влияние на характеристики профессиональной деятельности	77,2	95,2

Таблица 2

Результаты опроса о причинах профессионального выгорания респондентов (% ответов)

Причины	%	Ранг
Постоянно вводимые новые требования к преподавателям и их работе	63,4	1
Высокая рабочая нагрузка	56,3	2
Чрезмерно большая работа с документами, как в бумажном, так и электронном виде	45	3
Низкая оплата труда	43,5	4
Высокий уровень ответственности	29,6	5
Неблагоприятный психологический климат в коллективе	23,3	6
Отсутствие четких обязанностей и справедливого распределения ответственности	21,9	7
Неудовлетворенность от результатов профессиональной деятельности	21,5	8
Неблагоприятные условия труда	16,3	9
Неудобный график работы	12,4	10
Отсутствие признания	8,1	11
Отсутствие видимых результатов	7,6	12

Полученные результаты подтверждают-ся ответами студентов: по их мнению, выгорание в большей степени проявляется у преподавателей среднего возраста (36,4%), на втором месте – преподаватели старшей возрастной группы (38,8%).

Основными причинами респонденты назвали постоянно вводимые новые требования к условиям работы, должностным обязанностям и профессиональным характеристикам (63,4%), а также высокую рабочую нагрузку (56,3%) при большой работе с документами (42,3%) и низкой оплате труда (табл. 2).

Результаты сравнительного анализа ответов респондентов о причинах профессионального выгорания по возрастным группам показали, что ведущей причиной его возникновения представители всех возрастных групп считают постоянно вводимые новые требования к профессиональной деятельности преподавателя. Полученные данные

подтверждаются результатами ряда других исследований [7, с. 58–67; 8, с. 63–65; 9, с. 204–207].

Заключение

Обобщение полученных результатов позволяет сделать вывод, что основные факторы нарушений профессионального здоровья и самочувствия у преподавателей связаны с рисками, формирующимися в образовательной среде вуза под влиянием трансформационных изменений. Множественные противоречия между внешней средой функционирования вузов и личностными характеристиками преподавателей, прежде всего психофизическими и адаптационными способностями, приводят к появлению симптомов профессионального выгорания.

Таким образом, в современных условиях трансформация высшего образования приводит к нарушениям профессионального здоровья преподавателей вузов и по-

явлению риска профессионального выгорания, приводящего к целому ряду негативных последствий. Очевидно, что необходимо принимать меры по предупреждению и преодолению данного феномена, при этом данная деятельность должна быть направлена на личностные и организационные факторы и включать меры воздействия с целью совершенствования образовательной среды на всех уровнях управления. Способы предупреждения и преодоления нарушений профессионального здоровья должны носить комплексный характер и способствовать минимизации негативных факторов и рисков.

Список литературы

1. Программа «Приоритет-2030» / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: <https://minobrnauki.gov.ru/action/priority2030/> (дата обращения: 19.03.2024).
2. Багирова А.П., Клоев А.К., Нотман О.В., Шубат О.М., Щербина Е.Ю., Яшин А.А. Преподавательский труд в современной России: трансформация содержания и оценки: монография / Под общ. ред. проф. А.П. Багировой. Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2016. 207 с.
3. Зборовский Г.Е., Амбарова П.А. Типологии аномалий в высшем образовании // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Социология. 2021. Т. 21, № 3. С. 497–511. DOI: 10.22363/2313-2272-2021-21-3-497-511.
4. Грязнова Е.В., Жерихова Н.А. Проблема снижения социального статуса профессии педагога // Образование и проблемы развития общества. 2020. № 3 (12). С. 128–136.
5. Образование в цифрах 2023: краткий статистический сборник / Т.А. Варламова, Л.М. Гохберг, О.К. Озерова и др. М.: ИСИЭЗ ВШЭ, 2023. 132 с.
6. Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 26.12.2019 г. № 832н «О признании утратившим силу приказа Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 8.09.2015 г. № 608н «Об утверждении профессионального стандарта “Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования”» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74106380/> (дата обращения: 10.04.2024).
7. Родионова М.Е., Локтева А.И. Социальные риски феномена эмоционального выгорания работников сферы образования // Проблемы анализа риска. 2017. № 5. С. 52–71.
8. Егорышев С.В. Эмоциональное выгорание учителей как фактор снижения эффективности их профессиональной деятельности // Вестник РУДН. 2023. № 1. С. 61–73.
9. Федорцова С.С., Грищенко О.В., Стаханов Д.В. Исследование синдрома эмоционального выгорания у представителей различных профессиональных групп // Международный научно-исследовательский журнал. 2022. № 7 (121). С. 203–208. URL: <https://research-journal.org/archive/7-121-2022-july/study-of-emotional-burnout-syndrome-in-representatives-of-various-professional-groups> (дата обращения: 24.04.2024). DOI: 10.23670/IRJ.2022.121.7.117.

УДК 378.14
DOI 10.17513/snt.40050

ДИАГНОСТИКА РЕЗУЛЬТАТОВ ФОРМИРОВАНИЯ ОПЫТА ЭМОЦИОНАЛЬНО-ЦЕННОСТНОГО ОТНОШЕНИЯ СТУДЕНТОВ К ОКРУЖАЮЩЕЙ ДЕЙСТВИТЕЛЬНОСТИ

Васина О.Н.

ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет», Пенза, e-mail: onvasina@yandex.ru

Цель работы заключается в анализе результатов диагностики сформированности индивидуального опыта эмоционально-ценностного отношения студентов по методикам «Завершение предложений» и «Пословицы. Поговорки». Содержательный и сравнительный анализ научной литературы позволил выявить направленность изменений структуры и содержания имеющегося опыта, подобрать диагностический инструментарий. Методика «Завершение предложений» позволяет диагностировать готовность студентов к социально значимым действиям и поступкам с точки зрения целостности системы «природа – человек – общество». Методика «Пословицы. Поговорки» диагностирует сформированность опыта отношения к природе, самому себе, здоровью / здоровому образу жизни, профессии / труду, окружающим людям, Отечеству, миру в целом. При сравнении и описании результатов констатирующего и контрольного этапов исследования автор учитывает изменение: а) значимости (доминантности) ценностных объектов; б) силы выражения (интенсивности) эмоциональной реакции, когнитивных проявлений, практического взаимодействия с окружающим миром. Результаты эмпирического исследования показаны на примере студентов Пензенского государственного университета. Автор отмечает увеличение количества студентов, имеющих высокий уровень сформированности опыта эмоционально-ценностного отношения, и заметное снижение студентов с низким уровнем, что объясняется изменениями в системе ценностных ориентаций и убеждений с позиций целостности системы «природа – человек – общество» и выражается в готовности к социально значимым действиям и поступкам.

Ключевые слова: высшая школа, опыт эмоционально-ценностного отношения, диагностика

DIAGNOSTICS OF THE FORMATION RESULTS THE EXPERIENCE OF STUDENTS' EMOTIONAL AND VALUE ATTITUDE TO THE SURROUNDING REALITY

Vasina O.N.

Penza State University, Penza, e-mail: onvasina@yandex.ru

The purpose of the work is to analyze the results of diagnostics of the formation of individual experience of emotional and value attitude of students using the methods of «Completion of sentences» and «Proverbs. Sayings». A meaningful and comparative analysis of the scientific literature made it possible to identify the direction of changes in the structure and content of the existing experience, to select diagnostic tools. The «Completion of sentences» technique allows to diagnose students' readiness for socially significant actions and deeds from the point of view of the integrity of the «nature– man – society» system. The technique of «Proverbs. Sayings» diagnoses the formation of an experience of attitude to nature, oneself, health, profession, surrounding people, and the Fatherland. When comparing and describing the results of the ascertaining and control stages of the study, the author takes into account the change: a) the significance (dominance) of value objects; b) the power of expressing emotional reactions, cognitive manifestations, and practical interaction with the outside world. The results of the empirical study are shown by the example of students of Penza State University. The author notes an increase in the number of students with a high level of experience of emotional and value relations and a noticeable decrease in students with a low level, which is explained by changes in the system of value orientations and beliefs from the standpoint of the integrity of «nature – man – society» and is expressed in readiness for socially significant actions and deeds.

Keywords: higher school, experience of emotional and value relations, diagnostics

Проблема комплексной диагностики отношений и опыта эмоционально-ценностного отношения (ЭЦО), в том числе, до сих пор не решена. Известно, что сравнить с эталоном или определить ценность объекта или явления в «абсолютных единицах» нельзя. Но можно сравнить предпочтения и интересы человека. Опыт преподавания и результаты экспериментальной работы показывают, что оценить успешность формирования опыта ЭЦО студентов к окружающему миру позволяют про-

ективные методики «Завершение предложений» (О.Н. Пономарёва), «Пословицы. Поговорки» (О.Н. Васина, О.Н. Пономарёва, Н.Н. Борисов) [1, 2]. Методики устанавливают изменения в содержании и уровне развития эмоционального, когнитивного, конативного компонентов индивидуально-опыта отношения студентов к объектам и явлениям окружающего мира. Иерархию объектов отношения автор предлагает рассматривать с позиций интегрального единства теории универсального эволюциониз-

ма Н.Н. Моисеева и теоретических положений гуманистического подхода и конструирует объективный ряд с учетом единства природы (универсальная ценность), человека (абсолютная ценность), общества. Такой подход способствует признанию значимости природы, самого человека, его здоровья, профессии, окружающих людей и распространяется на традиционные ценности России [3]. Результаты диагностики имеющегося опыта ЭЦО автор анализирует по изменению: а) значимости (доминантности) элементов ценностного ряда; б) силы выраженности (интенсивности) эмоциональной реакции, когнитивных проявлений, активности практического взаимодействия с окружающим миром.

Научная новизна исследования заключается в изучении индивидуального опыта ЭЦО студентов к объектам и явлениям окружающего мира по проективным методикам «Пословицы. Поговорки» и «Завершение предложений».

Цель исследования: проанализировать результаты диагностики сформированности индивидуального опыта ЭЦО к природе, себе самому, своему здоровью и здоровому образу жизни, труду и выбранной профессии, окружающим людям, Отечеству по проективным методикам «Завершение предложений» и «Пословицы. Поговорки».

Теоретическая значимость исследования заключается в обосновании использования проективных методик «Пословицы. Поговорки» и «Завершение предложений» для выявления имеющегося индивидуального опыта отношений студентов к природе, самому себе, здоровью / здоровому образу жизни, труду / профессии, окружающим людям, Отечеству, миру в целом.

Практическая значимость исследования заключается в возможности использования полученных материалов в образовательном процессе высшей школы для диагностики индивидуального опыта ЭЦО, сформированность которого раскрывает взгляды, установки, убеждения студентов, а также является важным условием личностного и профессионального развития.

Материалы и методы исследования

Материалы и методы исследования: анализ литературы по проблеме диагностики опыта отношений студентов; проективные методики «Завершение предложений» (О.Н. Пономарёва), «Пословицы. Поговорки» (О.Н. Васина, О.Н. Пономарёва, Н.Н. Борисов); анализ результатов, полученных в ходе диагностики студентов Пензенского государственного университета.

Методика «Завершение предложений» позволяет диагностировать: а) готовность студентов к социально значимым действиям и поступкам; б) уровень проявления индивидуального опыта студентов в социально значимой деятельности и нравственном поведении. Методика «Пословицы. Поговорки» позволяет выявить: а) готовность студентов к принятию (отклонению) определенного факта, события, значимости поступка или действия; б) приоритетную модель поведения, учитывающую характер поступков и действий, фиксированных в пословицах и поговорках [1, 2]. Методологическим основанием исследования служат работы в области аксиологии (Б.И. Додонов, Г.Е. Залесский, Д.А. Леонтьев и др.); б) теории отношений (В.М. Бехтерев, А.Ф. Лазурский, В.Н. Мясищев, С.Л. Рубинштейн и др.); в) теории глобального (универсального) эволюционизма (Н.Н. Моисеев, Н.Ф. Реймерс, А.Д. Урсул и др.). Теоретической основой исследования явились концептуальные положения культурологической теории отбора содержания образования И.Я. Лернера и В.В. Краевского [4]; работы Е.А. Васиной по обоснованию использования методики «Пословицы» для изучения жизненных стратегий личности [5]; Т.Д. Дубовицкой и Г.Ф. Тулитбаевой по выявлению социально-перцептивных установок личности [6]; А.А. Моисеевой по выяснению возможностей использования метода пословиц в исследовании личности [7]; С.М. Петровой по выявлению особенностей отношений обучающихся с помощью пословиц [8]; В.О. Ермош и Е.В. Распопина по определению отношений студентов к нормам и морально-нравственным категориям поведения [9]; В.А. Ясвина по определению психологических механизмов перестройки имеющейся системы отношений к окружающему миру [10] и др.

Результаты исследования и их обсуждение

Содержанием опыта отношений к окружающему миру выступают индивидуальные мировоззренческие диспозиции, объединяющие: а) ценности, обладающие положительной значимостью и способные отвечать интересам человека (индивидуальные/личностные) и общества (социально значимые); б) ориентации, выраженные в избирательном отношении к ценностям на основе эмоциональной и/или рациональной оценок; в) убеждения, определяющие мотивы деятельности и поведения. Структурно опыт ЭЦО представлен системой взаимосвязанных и взаимодополняющих

компонентов (критериев): эмоционального, когнитивного, конативного. От уровня их развития зависят проявление позитивных социально значимых действий и поступков студентов, готовность к решению личностных и профессиональных задач, а также успешность интеграции в современное общество и профессию. Приобретение нового содержания (обогащение) и повышение уровня развития эмоционального, когнитивного и конативного компонентов достигаются включением в содержание различных дисциплин профессионального образования материала, аргументирующего целостность системы «природа – человек – общество». Экспериментальная работа по изучению особенностей формирования и диагностики индивидуального опыта отношений организована со студентами ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет» и ведется с 2016 года по настоящее время. Образовательный процесс осуществляется с учетом интеграции в содержание всех преподаваемых дисциплин, учебных и производственных практик, мероприятий внеаудиторной воспитательной работы накопленного социального опыта ЭЦО, который запечатлен и «опредмечен» в произведениях научно-популярной и мировой художественной литературы, в поговорках и пословицах, в эколого-ориентированных материалах. При преподавании учебных дисциплин «Биология», «Биологические основы живых систем», «Возрастная анатомия, физиология, гигиена», «Безопасность жизнедеятельности», «Экология» используются разные формы кейс-заданий на материале паремий. Результаты экспериментальной работы автор оценивал с помощью проективных методик «Завершение предложений» (1074 человека), «Пословицы. Поговорки» (160 человек). Экспериментальная работа по определению исходного уровня сформированности индивидуально-опыта ЭЦО студентов и предпочитаемых ими стратегий нравственного поведения (констатирующий этап) осуществляется со студентами 1-го курса, повторная диагностика (контрольный этап) проводится по итогам формирующего эксперимента со студентами 4–5-х курсов.

Проективную методику «Завершение предложений» автор использовал для диагностики уровня сформированности опыта ЭЦО по силе проявления эмоциональной реакции, когнитивных проявлений, направленных действий практического взаимодействия с окружающим миром. Предложения, которые студентам необходимо завершить, автором объединены в группы: «Природа»,

«Человек», «Общество». Анализ результатов, полученных на констатирующем и контрольном этапах экспериментальной работы, свидетельствует о значимых изменениях уровня развития эмоционального, когнитивного и конативного компонентов опыта ЭЦО к природе, здоровью, профессии, родному краю [2].

Сформированность опыта ЭЦО к природе диагностировалась по анализу завершения предложений: 1. Когда я думаю о природе, я представляю...; 2. Самая важная экологическая проблема...; 3. Если бы я мог(-ла) решить только одну экологическую проблему, я бы выбрал(-а)...; 4. Для экономии электричества моя семья может...; 5. Первейшей причиной того, что люди игнорируют участие в экологической деятельности, является...

Сформированность опыта ЭЦО к здоровью диагностировалась по анализу завершения предложений: 1. Я считаю, что здоровье – это...; 2. Первичной причиной того, что люди не заботятся о состоянии своего здоровья, является...; 3. Самый важный социально-экологический фактор, влияющий на мое здоровье и здоровье моих близких, – это...; 4. Если бы я мог(-ла) решить только одну экологическую проблему, влияющую на здоровье людей, я бы выбрал(-а)...; 5. Для улучшения состояния здоровья моя семья может...

Сформированность опыта ЭЦО к профессии диагностировалась по анализу завершения предложений о профессиональном выборе: 1. Я решил(-а) поступать в вуз и получать высшее образование потому, что...; 2. Я полагаю, что мой жизненный путь после получения диплома будет связан с...; 3. Хорошее образование для меня – это...; 4. Если бы мне нужно было назвать одну причину поступления в вуз, я бы выбрал(-а)...; 5. Если бы мне пришлось вновь выбирать вуз, я бы выбрал(-а)...

Сформированность опыта ЭЦО к родному краю диагностировалась по анализу завершения предложений о родном крае: 1. Родной край – это...; 2. Что означает для тебя выражение: «Я – пензенец»? 3. Принимали ли Вы участие в охране природы родного края? Приведите примеры. 4. Приведите примеры поступков окружающих Вас людей по отношению к родному краю с позиции добра и зла. 5. Родной язык – это...

Проективную методику «Пословицы. Поговорки» автор использовал для диагностики значимости объектов и явлений окружающего мира, сравнивая позиции важности предпочтения и интересы студентов. В основе методики лежат рассмо-

трение и анализ паремий как вариантов «кодированной информации», отражающей обобщенный опыт ЭЦО социума в контексте конкретной тематики. Пословицы и поговорки скомпонованы в 7 групп, в соответствии с обозначенными выше ценностными объектами, так, чтобы выбор студента отображал определенный контекст (пословица на выявление отношения к здоровью, профессии, взаимодействию с другими людьми и т.д.) [1]. Каждая группа систематизированных паремий включает шесть пословиц/поговорок с позитивным социально значимым смыслом и шесть пословиц/поговорок с социально нежела-

тельным смыслом. Студентам было предложено принять или отклонить «зашифрованную» информацию. Все предлагаемые пословицы и поговорки адаптированы к использованию в высшей школе [1].

По результатам проведенного исследования были выделены три группы студентов по уровню (высокий, средний и низкий) сформированности опыта отношений. На контрольном этапе экспериментальной работы автор зафиксировал увеличение количества студентов с высоким показателем уровня сформированности индивидуального опыта ЭЦО к природе, профессии, родному краю (рис 1).

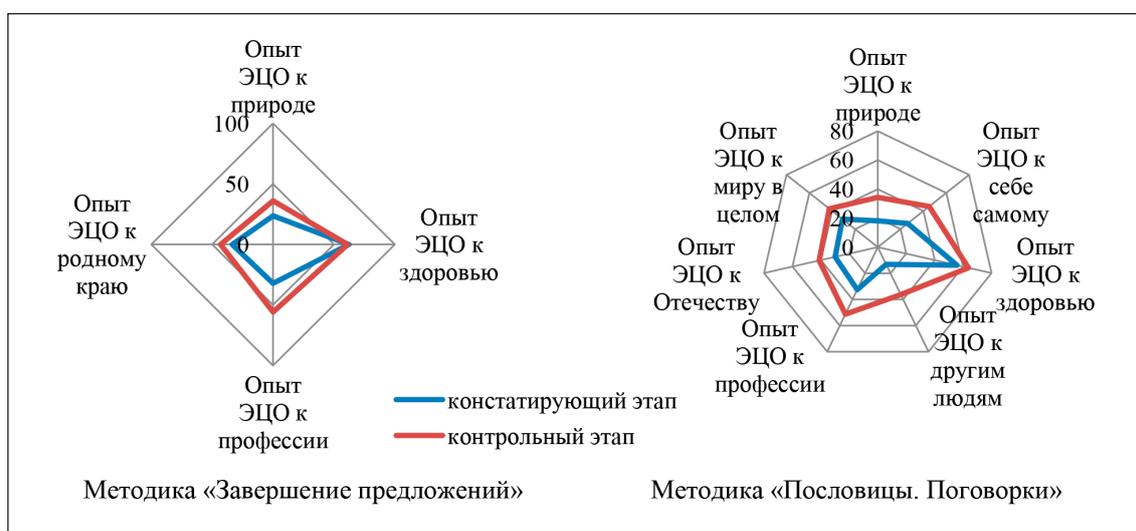


Рис. 1. Динамика изменения численности студентов ПГУ («экспериментальных групп») с высоким уровнем развития опыта ЭЦО (в%)

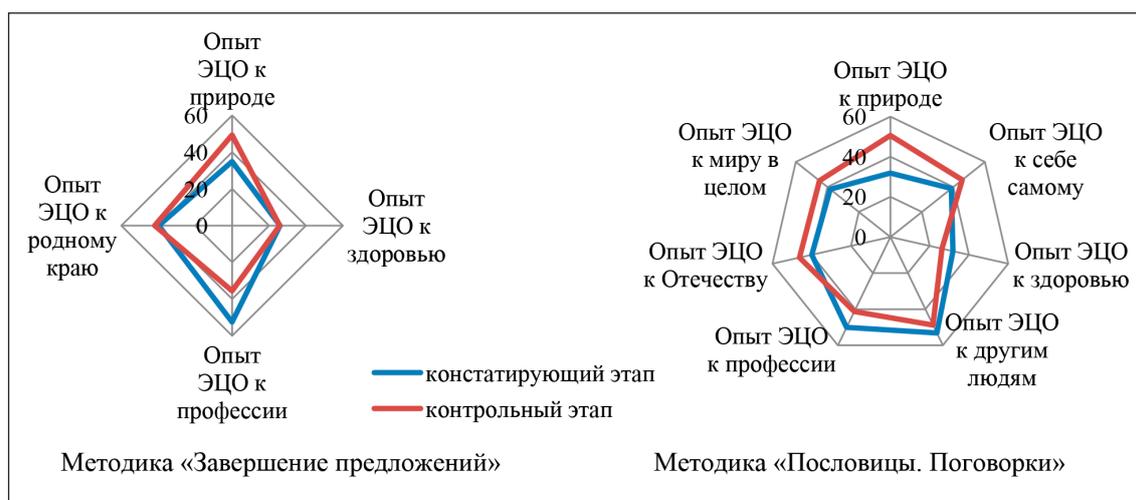


Рис. 2. Динамика изменения численности студентов ПГУ («экспериментальных групп») со средним уровнем развития опыта ЭЦО (в%)

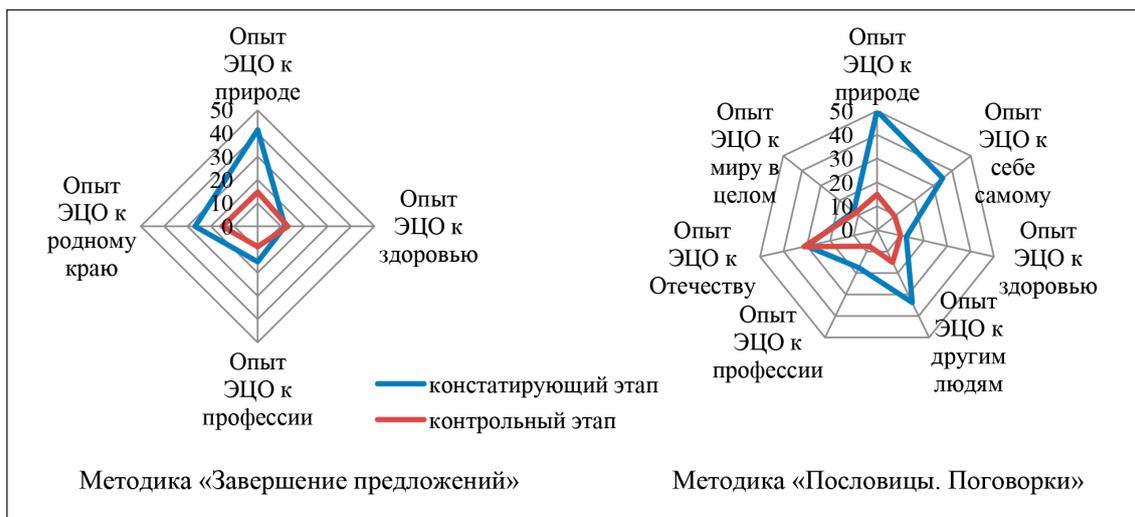


Рис. 3. Динамика изменения численности студентов ПГУ («экспериментальных групп») с низким уровнем развития опыта ЭЦО (6%)

Исключение составляет показатель отношения к здоровью, который практически не изменился. Автор объясняет это достаточно высоким уровнем ЭЦО, выявленным на констатирующем этапе. В целом опыт ЭЦО к здоровью достаточно высок, но студенты рассматривают его как объективно данную реальность и необходимый ресурс, который нужно сохранить.

Позитивным фактором является увеличение количества студентов с высоким показателем сформированности отношения к природе. Традиционно природа не является приоритетной ценностью, и увеличение этого показателя представляется довольно значимым. Автором зафиксировано более 30% студентов, принимающих уникальность и самооценку природы и готовых проявлять инициативу в организации мероприятий по ее защите и реализации «права» природы на независимое существование.

Вместе с тем, показатели среднего уровня повысились до 45% (рис. 2).

На диаграмме хорошо заметно увеличение числа студентов со средним уровнем сформированности индивидуального опыта ЭЦО к природе. Вместе с тем, автор отмечает снижение средних показателей по отношению к профессии и объясняет это значительным увеличением высоких результатов. Средний уровень сформированности опыта ЭЦО к здоровью и родному краю практически не изменился за счет увеличения количества студентов с показателями высокого уровня сформированности отношений к родному краю и снижением низких показателей (рис. 3).

Диаграмма показывает значительное снижение количества студентов с низкими показателями (до 11%) сформированности опыта ЭЦО по всем критериям, что отразилось на увеличении количества студентов со средними и высокими показателями.

Заключение

Анализ результатов констатирующего и контрольного этапов экспериментальной работы свидетельствует о заметном снижении количества студентов с низким уровнем сформированности опыта ЭЦО. У большинства обучающихся наблюдается согласованное восприятие объектов и явлений окружающего мира, им дается осознанная оценка. Эмоциональная реакция и когнитивные проявления становятся ярко выраженными. Практическое взаимодействие с окружающим миром приобретает социально значимую направленность. У студентов появляется больше позитивных социально значимых ценностных ориентаций и убеждений, которые проявляются: а) в готовности к социально значимым действиям и поступкам; б) в определении стратегий нравственного поведения с позиций целостности системы «природа – человек – общество»; в) в социально значимой деятельности и нравственном поведении.

Список литературы

1. Борисов Н.Н., Васина О.Н., Пономарёва О.Н. Диагностика личностного компонента универсальных компетенций: проективная методика «Пословицы. Поговорки» // Международный научно-исследовательский журнал. 2023. № 9 (135). URL: <https://research-journal.org/archive/9-135-2023-september/10.23670/IRJ.2023.135.47> (дата обращения: 12.03.2024). DOI: 10.23670/IRJ.2023.135.47.

2. Васина О.Н., Пономарёва О.Н., Шурыгин С.В. Диагностика результатов экологической подготовки в высшем образовании: методика «Завершение предложений» // Современные проблемы науки и образования. 2018. № 4. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=27782> (дата обращения: 03.04.2024).
3. Васина О.Н. Теоретический конструкт построения ценностного ряда объектов опыта эмоционально-ценностного отношения студентов к окружающей действительности // Современные наукоемкие технологии. 2023. № 1. С. 107-111. DOI: 10.17513/snt.39505.
4. Теоретические основы содержания общего среднего образования / под ред. В.В. Краевского, И.Я. Лернера. М.: Педагогика, 1983. 352 с.
5. Васина Е.А. Изучение жизненных стратегий с помощью методики «Пословицы» // Интерактивная наука. 2018. № 11 (33). С. 8–12.
6. Дубовицкая Т.Д., Тулитбаева Г.Ф. Пословицы как стимульный материал для создания психодиагностических методик // Теоретическая и экспериментальная психология. 2016. Т. 9, № 1. С. 84–89.
7. Моисеева А.А. Психологические возможности метода пословиц в исследовании психики и личности человека // Вестник Новгородского государственного университета. 2013. № 74–2. С. 85–88.
8. Петрова С.М. Использование пословиц для изучения ценностных отношений школьников // Психология человека в образовании. 2019. Т. 1, № 3. С. 306–314.
9. Распопин Е.В., Ермош В.О. Методика изучения отношения к морально-нравственным категориям и нормам поведения // Вестник Санкт-Петербургского университета МВД России. 2017. № 4 (76). С. 222–229.
10. Ясвин В.А. Психология отношения к природе. М.: Смысл, 2000. 456 с.

УДК 378.14
DOI 10.17513/snt.40051

СУЩНОСТЬ И СТРУКТУРА НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ ДЕФЕКТОЛОГИЧЕСКИХ КАДРОВ

Лаврентьева М.А., Гришина О.С.

ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический университет имени М.Е. Евсевьева»,
Саранск, e-mail: office@mordgpi.ru

В статье раскрывается авторская позиция представления сущности и структуры научно-методического обеспечения профессиональной подготовки педагогов-дефектологов. В исследовании использованы: методология системного подхода; методы анализа научных источников, методы обобщения и интерпретации педагогического опыта, педагогическое моделирование. Результаты исследования: аргументирована значимость актуализации научно-методического обеспечения профессиональной подготовки дефектологических кадров в контексте современных вызовов и ситуации модернизации Специального (дефектологического) образования; конкретизирована сущность научно-методического обеспечения через призму методологически обоснованной и теоретически проработанной педагогической системы; представлена структура научно-методического обеспечения образовательного процесса по направлению подготовки Специальное (дефектологическое) образование через раскрытие содержательных и функциональных планов ее компонентов: целевого, нормативно-регулятивного, организационно-управленческого, содержательно-процессуального, мотивационно-обучающего и оценочно-диагностического; показана детерминация степени успешности обучающихся качеством проектирования данных компонентов научно-методического обеспечения профессиональной подготовки; охарактеризованы процесс проектирования научно-методического обеспечения в контексте интегративной парадигмы педагогической теории и его предикторы.

Ключевые слова: научно-методическое обеспечение, компонентная структура, профессиональная подготовка, дефектологические кадры

Исследование выполнено в рамках гранта на проведение научно-исследовательских работ по приоритетным направлениям научной деятельности вузов – партнеров по сетевому взаимодействию (Ульяновский государственный педагогический университет имени И.Н. Ульянова и Мордовский государственный педагогический университет имени М.Е. Евсевьева) по теме: «Научно-методическое обеспечение процесса подготовки дефектологических и психолого-педагогических кадров».

THE ESSENCE AND STRUCTURE OF SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL SUPPORT FOR PROFESSIONAL TRAINING OF DEFECTOLOGICAL PERSONNEL

Lavrentieva M.A., Grishina O.S.

Mordovian State Pedagogical University, Saransk, e-mail: office@mordgpi.ru

The article reveals the author's position of presenting the essence and structure of scientific and methodological support for the professional training of teachers-defectologists. The research uses: methodology of a systematic approach; methods of analyzing scientific sources, methods of generalization and interpretation of pedagogical experience, pedagogical modeling. Research results: the importance of updating scientific and methodological support for professional training of defectological personnel in the context of modern challenges and the situation of modernization of Special (defectological) education is argued; the essence of scientific and methodological support is concretized through the prism of a methodologically sound and theoretically elaborated pedagogical system; the structure of scientific and methodological support for the educational process in the field of Special (defectological) education, Speech therapy profile is presented through the disclosure of the content and functional plans of its components: targeted, regulatory, organizational and managerial, substantive and procedural, motivational and educational and evaluation and diagnostic; the determination of the degree of success of students by the quality of designing these components of scientific and methodological support for vocational training is shown; the process of designing scientific and methodological support in the context of the integrative paradigm of pedagogical theory and its predictors are characterized.

Keywords: scientific and methodological support, component structure, professional training, defectological personnel

The research was carried out within the framework of a grant for conducting research in priority areas of scientific activity of partner universities in networking (Ulyanovsk State Pedagogical University named after I.N. Ulyanov and Mordovian State Pedagogical University named after M.E. Evseviev) on the topic: «Scientific and methodological support for the process of training defectological and psychological-pedagogical personnel».

Решение значимых вопросов профессиональной подготовки дефектологических кадров, соответствующей потребностям общества и способствующей становлению

готовых к творческому решению сложных задач образовательной инклюзии специалистов, осуществимо только при реализации целенаправленных научных исследований.

Последнее десятилетие характеризуется повышением исследовательской активности в данной сфере: в публикациях раскрываются значимые задачи и тенденции, специфика рынка образовательных услуг, особенности разработки основной образовательной программы высшего образования, включая отражение организационных форматов и условий реализации, сопровождения практической работы и разных видов практики, внедрения инновационных образовательных ресурсов [1, 2, 3].

Актуальность конкретизации сущности и структуры научно-методического обеспечения процесса подготовки дефектологических кадров на современном этапе обусловлена теми факторами и вызовами, с которыми сталкивается отечественная система образования как в сфере высшего образования, так и в сфере инклюзивного образования «особых» детей. Эти факторы включают общественные трансформации, реформирование высшего образования, развитие технологий, новые образовательные стандарты и увеличивающийся запрос на качественные образовательные услуги для «особых» детей.

Тенденции, потребности и особенности отечественного рынка труда предопределили начало процесса реформирования системы высшего образования. Реперные точки реформирования системы заданы в документах стратегического планирования, разработанных в рамках целеполагания на федеральном уровне и ежегодно конкретизируемых посланиями Президента Российской Федерации Федеральному Собранию Российской Федерации. На разноуровневых мероприятиях организационного и научного характера обсуждаются принципы новой системы высшего образования, ее уровни и ключевые этапы ее внедрения.

В сентябре 2023 года вступил в силу Профессиональный стандарт «Педагог-дефектолог» [4]. Профессиональный стандарт – это не только спектр индикаторов квалификации педагога-дефектолога и нормативная основа для формирования трудового договора, это – ресурс реализации стратегии развития инклюзивного образования и инструмент модернизации Специального (дефектологического) образования. Министром просвещения Российской Федерации С.С. Кравцовым в феврале 2024 года утвержден комплекс мер по модернизации дефектологического образования Российской Федерации на период до 2030 года, а Департаментом государственной политики в сфере защиты прав детей в вузы страны направлены методические рекомендации по модели подготовки педагогов-дефектологов, обеспечивающей единство содер-

жания и структуры образовательных программ по профилям дефектологического образования («Ядро Специального (дефектологического) образования»), разработчиком которых является Институт детства Московского педагогического государственного университета [5].

Значимым фактором модернизации дефектологического образования стали новые подходы к инклюзивному образованию и инклюзивной социальной среде. Изменения в социально-экономической ситуации, повышение осведомленности общества о правах «особых» детей и увеличение их числа в образовательных организациях приводят к росту спроса на квалифицированных дефектологов [6, 7]. Современный педагог-дефектолог должен владеть компетенциями работы в многопрофильных командах, технологиями адаптации учебных программ и проектирования, релевантного требованиям общества ресурсного обеспечения педагогической работы с «особыми» детьми.

Отечественная дефектология непрерывно развивается, предлагая новые научные концепции и технологии работы с «особыми» детьми разных категорий. Все большую роль в обучении и воспитании «особых» детей играют цифровые образовательные ресурсы, интерактивные платформы и специализированные программные средства. Следовательно, систематическая актуализация научно-методического обеспечения подготовки педагогов-дефектологов позволит оперативно включать результаты последних исследований в образовательный процесс и способствовать внедрению инноваций в практическую деятельность.

Таким образом, текущая ситуация предопределяет значимость повышения исследовательского внимания к изучению научно-методического обеспечения процесса подготовки дефектологических кадров. Конкретизация сущности и структуры научно-методического обеспечения этого процесса позволит своевременно среагировать на обозначенные вызовы и обеспечить соответствие подготовки специалистов актуальным требованиям.

Цель исследования заключалась в конкретизации сущности и структуры научно-методического обеспечения процесса подготовки дефектологических кадров в контексте современных вызовов и ситуации модернизации Специального (дефектологического) образования.

Материал и методы исследования

Методологическим базисом исследования стали принципы системного подхода, детерминирующие рассмотрение научно-

методического обеспечения профессиональной подготовки дефектологических кадров как сложной иерархичной системы, состоящей из взаимосвязанных и взаимодействующих компонентов.

В исследовании использовались методы анализа научных источников, методы обобщения и интерпретации педагогического опыта, педагогическое моделирование.

Результаты исследования и их обсуждение

Научная работа в педагогическом вузе – это многогранная деятельность, направленная на генерацию новых знаний, развитие инноваций, повышение качества образования и подготовку научных кадров. В контексте совершенствования научно-методического обеспечения реализуемые фундаментальные и прикладные исследования в качестве ключевых задач предполагают: создание новых теоретических концепций и моделей обучения и личностного развития субъектов образования; разработку инновационных педагогических технологий и ресурсов; повышение эффективности учебных программ, методик и организации процесса; внедрение актуальных достижений научных исследований, адаптацию образовательной системы к современным вызовам и т.д.

Методическая работа в образовательной организации – это деятельность, ориентированная на повышение качества образовательного процесса и предполагающая оказание системной практической помощи педагогам в сфере развития их профессиональной компетентности и, как следствие, совершенствование профессиональных трудовых действий. Это комплекс мероприятий, направленных на обеспечение образовательного процесса учебно-методической документацией, на стимуляцию развития педагогического мастерства преподавателей, на оптимизацию организации аудиторной и внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся, на совершенствование форматов, видов и методов учебной работы в соответствии с образовательными трендами, социально-экономическими запросами и перспективами рынка труда. Методическая работа конкретного преподавателя может трактоваться как метадеятельность и рассматриваться как управление ее составляющими: учебно-методической, научно-методической, организационно-методической и экспертно-методической деятельностью. Результатом профессионально осуществляемой методической работы на уровне вуза, структурного подразделения, основной образовательной программы выс-

шего образования, конкретного преподавателя является система методического обеспечения образовательного процесса в вузе, определяющая решение таких ключевых задач, как управление содержанием образования путем выбора эффективных методических ресурсов и управление процессом когнитивной деятельности обучающихся путем регламентирования способов применения названных ресурсов.

Методическое обеспечение в педагогике отражает два феномена – процесс и результат.

Методическое обеспечение в процессуальном контексте рассматривается как минимум в трех ипостасях: во-первых, как совокупность действий по созданию учебно-методического комплекса образовательной программы, определяющего ее целостность и результативность; во-вторых, деятельность по разработке разноплановой учебной и методической продукции; в-третьих, работа по апробации, экспертизе и внедрению в практику более эффективных образовательных моделей, методик, технологий.

Методическое обеспечение как результат – это интегративная информационная модель педагогической системы, с одной стороны, задающая структуру образования и отображающая соответствующим образом ее содержательно-организационные компоненты, с другой – обеспечивающая ее функционал – управление содержанием образования и процессом когнитивной деятельности обучающихся посредством регламентации применения методических ресурсов.

Таким образом, научно-методическое обеспечение профессиональной подготовки педагогов-дефектологов является, с одной стороны, комплексным и многогранным процессом организации и реализации образовательного процесса, предполагающего освоение обучающимися значимых для результативной профессиональной деятельности в условиях современного рынка труда и научно-технического прогресса компетенций, а с другой – «оцениваемым» результатом обозначенного процесса. Успешность профессиональной подготовки дефектологов во многом детерминируется качеством проектирования разных уровней и компонентов ее научно-методического обеспечения.

Методология научно-методического обеспечения образовательного процесса в высшем образовании – это системный подход к разработке, организации и реализации всего ресурсного обеспечения учебного процесса. Не вступая дискуссии о дефиниции термина «методология» [8], в данном контексте определим его как непротиворечивость – диалектическое единство принци-

пов, методов, технологий и инструментов, применяемых для создания эффективной образовательной программы и обучающих материалов, для поддержки научной и педагогической деятельности преподавателей. В методологическом контексте в качестве основных принципов научно-методического обеспечения следует выделить: научность, методичность, согласованность, комплексность, контекстуальность, доступность и инклюзивность, гибкость, инновационность.

Теоретические основы научно-методического обеспечения профессиональной подготовки педагогов-дефектологов на современном этапе могут быть представлены рядом ключевых научных подходов к проектированию и реализации образовательной деятельности: гуманистическим, культурно-историческим, конструктивистским, когнитивным, компетентностным и системно-ориентационным.

Обозначенные методологические принципы и теоретические подходы обеспечивают условия для формирования у обучающихся способности самообразования на основе осознаваемой ими цели обучения и умения управлять своими действиями в достижении цели получения профессиональной квалификации при создании условий максимально раннего «погружения» в профессию [9].

Структуру научно-методического обеспечения профессиональной подготовки можно представить различными способами, каждый из которых подчеркивает определенные аспекты и взаимосвязи внутри системы, например компонентное, циклическое или матричное представление. В рамках исследования было применен способ наиболее распространенного компонентного представления структуры педагогического феномена [10].

Целевой компонент. Цель и задачи основной образовательной программы 44.03.03 Специальное (дефектологическое) образование профиль Логопедия, реализуемой в Мордовском государственном педагогическом университете имени М.Е. Евсевьева (далее – ООП СДО), заданные действующим ФГОС ВО по данному направлению подготовки, конкретизированы с учетом требований профессионального стандарта «Педагог-дефектолог» по подготовке специалиста, ориентированного на выполнение такой основной трудовой функции, как коррекционно-развивающее обучение и воспитание обучающихся с нарушениями речи, оказание психолого-педагогической помощи и поддержки участникам образовательных отношений.

ООП СДО предоставляет обучающимся условия и ресурсы для освоения спектра компетенций, позволяющих решать теоретические и практические задачи в рамках профессиональной деятельности учителя-логопеда. ООП СДО обеспечивает: реализацию требований ФГОС ВО в образовательной и научной деятельности школы вуза и актуальных потребностей регионального рынка труда; необходимое качество профессиональной подготовки; основу для объективной оценки фактического уровня достижения будущими специалистами обязательных результатов образования на всех этапах их обучения; основу для объективной самооценки обучающимися образовательных достижений и личностного развития.

Целевой компонент научно-методического обеспечения ООП СДО отражает общую образовательную политику вуза, в частности создание условий для постоянного повышения качества образования и оптимизации его процедурных процессов, внедрения инновационных образовательных технологий и ресурсов, поддержки творческих активностей обучающихся, развития профессиональной компетентности педагогических кадров.

Нормативно-регулятивный компонент. Нормативными регуляторами научно-методического обеспечения ООП СДО являются: ФГОС ВО, профессиональный стандарт «Педагог-дефектолог», методические рекомендации по модели подготовки педагогов-дефектологов, обеспечивающей единство содержания и структуры образовательных программ по профилям дефектологического образования («Ядро Специального (дефектологического) образования»), цели и политика вуза в области менеджмента качества образования, программа стратегического развития вуза. В качестве локальных актов-регламентов функционируют утвержденные на уровне вуза Положения: о разработке и утверждении основной образовательной программы, порядке организации и осуществления образовательной деятельности, контактной работе и самостоятельной работе обучающихся, практической подготовке и практике, текущем контроле успеваемости, промежуточной аттестации, курсовой работе, балльно-рейтинговой системе, государственной итоговой аттестации, выпускной квалификационной работе, электронной информационно-образовательной среде и электронном портфолио и т.д.

Организационно-управленческий компонент включает решение вопросов управления и организации образовательного про-

песса: планирование учебного процесса; управление ресурсами; координация контроль и мониторинг учебной деятельности. Инновации обозначенного компонента в вузе обусловлены предикторами сфер повышения качества образования и личностного развития субъектов образования – это: цифровизация образовательного процесса,

персонализированное обучение, автоматизация административных процессов, сопровождение преподавателей в профессиональном развитии, создание условий для интерактивного и практико-ориентированного обучения, управление качеством и создание благоприятной среды для обучения и творчества.

Таблица 1

Содержательно-процессуальный компонент научно-методического обеспечения

Содержание	Задачи	Процедуры	Результат
Учебно-методическая работа			
Подготовка учебных материалов	Анализ учебных планов Разработка учебно-методических комплексов дисциплин	Анализ – Целеполагание – Проектирование и апробация – Реализация – Контроль и оценка Поддержка и инновации – Корректировка – Мониторинг и улучшение	Учебно-методические комплексы дисциплин (рабочая программа, учебно-методические материалы, оценочные средства, дополнительные материалы [рекомендуемые информационные источники, ресурсы для самостоятельной работы, электронные образовательные ресурсы]) Методические ресурсы основной образовательной программы, созданные преподавателями вуза (учебники, учебные и методические пособия, учебные материалы [лекции, практикумы, тематические комплексы заданий, контрольно-измерительные материалы], методические рекомендации по видам учебной деятельности обучающихся, электронные образовательные ресурсы и т.п.) Внедрение актуальных педагогических технологий (проектное обучение, проблемно-ориентированное обучение, интерактивные методы преподавания [метод кейсов, мозговой штурм и т.д.], информационно-коммуникационные технологии, дистанционное обучение и т.п.) Функционирование разноуровневых методических служб Объективизация форматов мониторинга качества образования и установление предикторов развития в обозначенной сфере
Проектирование и осуществление образовательной деятельности	Организация и проведение аудиторных занятий и внеаудиторных мероприятий		
Оценка образовательных результатов	Разработка и реализация мероприятий текущего, промежуточного и итогового контроля		
Организационно-методическая работа			
Планирование учебно-воспитательного процесса	Участие в разработке учебных планов и расписании занятий / мероприятий	Анализ – Целеполагание – Проектирование и апробация – Реализация – Контроль и оценка Поддержка и инновации – Корректировка – Мониторинг и улучшение	
Координация работы	Организация взаимодействия субъектов образования		
Проектирование и осуществление психолого-педагогического сопровождения обучающихся	Оказание педагогической поддержки и консультирование студентов		
Научно-методическая работа			
Научные исследования	Проведение исследований и публикация результатов	Анализ – Целеполагание – Проектирование и апробация – Реализация – Контроль и оценка Поддержка и инновации – Корректировка – Мониторинг и улучшение	
Проектирование и апробация методических ресурсов	Внедрение инновационных методических ресурсов		
Участие в разноуровневых научно-методических мероприятиях	Диссеминация эффективных педагогических практик		
Экспертно-методическая			
Проектирование и осуществление методического сопровождения образовательного процесса	Консультирование преподавателей	Анализ – Целеполагание – Проектирование и апробация – Реализация – Контроль и оценка Поддержка и инновации – Корректировка – Мониторинг и улучшение	
Анализ и оценка компонентов образовательного процесса	Участие в разработке образовательных программ		
Экспертиза методических ресурсов	Оценка образовательных ресурсов		

Таблица 2

Критерии и показатели качества научно-методического обеспечения

Критерии	Показатели
Актуальность и новизна	
Релевантность содержания учебных материалов научным достижениям. Внедрение инновационных технологий и ресурсов в образовательный процесс	Процент учебных материалов, обновленных за последние три года. Количество внедренных средств обучения
Комплексность и полнота	
Наличие всех необходимых учебно-методических материалов для каждой дисциплины. Полнота обеспечения учебного процесса (учебники / учебные пособия, методические рекомендации, электронные ресурсы)	Доля дисциплин с полным комплектом учебно-методических материалов. Количество учебников и пособий преподавателей вуза. Доступность учебно-методических материалов в электронном виде
Качество методических материалов	
Соответствие методических материалов образовательным стандартам и требованиям. Информативность, доступность и практико-ориентированность материалов	Оценка качества учебных материалов экспертами. Уровень удовлетворенности студентов методическими материалами
Профессиональная подготовка преподавательского состава	
Уровень квалификации преподавателей, участвующих в разработке учебно-методических материалов. Наличие у преподавателей научных публикаций, связанных с преподаваемыми дисциплинами	Доля преподавателей с учеными степенями и званиями. Количество научных публикаций на одного преподавателя
Эффективность использования научно-методических материалов	
Практическая направленность и представленность учебных материалов. Применение современных технологий в образовательном процессе	Количество учебных курсов, реализуемых с использованием дистанционных образовательных технологий. Результаты успеваемости и итоговой аттестации студентов
Обратная связь и адаптация научно-методических материалов	
Система сбора и анализа обратной связи от субъектов образования. Гибкость и адаптивность методических материалов к потребностям субъектов образования	Наличие системы регулярного анкетирования по установлению степени удовлетворенности. Количество и качество внесенных изменений на основе обратной связи. Уровень удовлетворенности субъектов образования
Доступность и открытость научно-методических материалов	
Обеспечение открытого доступа для всех субъектов образования. Развитие электронных библиотек и ресурсных центров	Доля учебных материалов, доступных в электронных ресурсах вуза. Степень «цифровой» активности субъектов образования

Содержательно-процессуальный компонент. Разработка данного компонента – это прерогатива кафедр, реализующих ООП СДО. Представим его в «матричном» формате, который позволяет систематизировать различные аспекты методической работы «на результат» и обеспечить их взаимосвязь и координацию (табл. 1).

Мотивационно-обучающий компонент ориентирован на реализацию эффективных механизмов поддержки и развития мотивирующих факторов субъектов образования ресурсами: интерактивных форматов

взаимодействия в учебной и внеучебной деятельности (обучающие семинары, практикумы, мастер-классы, тьюториалы, конференции, форумы, форсайт-площадки); мотивационных стратегий (поощрения, соревнования, хакатоны, конкурсы); психологической поддержки (кураторство, консультации, тренинги), значимых организационных форм и поддержки образовательных инициатив (проекты, стартапы, научные исследования); многофункциональных учебных пространств (лабораторий, студий, зон коворкинга, творческих мастерских).

Оценочно-диагностический компонент научно-методического обеспечения ООП СДО может рассматриваться через призму общеузовской системы оценки качества образования, в первую очередь, комплекса мероприятий самооценки образовательных программ, внутренней и внешней экспертизы, анкетирования студентов, преподавателей и работодателей (табл. 2).

Представленные критерии и показатели качества научно-методического обеспечения ООП СДО позволяют осуществить оценку полноты, актуальности и эффективности методических ресурсов, применяемых для решения задач профессиональной подготовки.

Заключение

Профессиональная подготовка педагогов-дефектологов – это деятельность субъектов образования в рамках реализации основной образовательной программы высшего образования, обеспеченная релевантными запросу государства и общества научно-методическими ресурсами. Она характеризуется: гибкостью организационных форм, содержания и ресурсов; открытостью в когнитивной и социально-эмоциональных сферах; наличием соответствующего управления; динамической характеристикой освоения универсальных и профессиональных компетенций обучающимися с пониманием образовательной цели, содержания образования, способов и средств получения результата при обеспечении условий его развития и саморазвития как личности.

Сущность научно-методического обеспечения профессиональной подготовки педагогов-дефектологов заключается в том, что оно, являясь методологически обоснованной и теоретически проработанной педагогической системой, гарантирует, во-первых, формирование у обучающихся компетенций, заданных государством и значимых для достижения максимальных результатов профессиональной деятельности в современных социально-экономических реалиях, а, во-вторых, личностное развитие будущих специалистов.

Представление структуры научно-методического обеспечения профессиональной подготовки педагогов-дефектологов возможно разными способами. Одним из рациональных является формат раскрытия содержательных и функциональных планов ее компонентов: целевого, нормативно-регулятивного, организационно-управленческого, содержательно-процессуального, мотивационно-обучающего и оценочно-диагностического.

Зависимость профессиональной подготовки дефектологических кадров от каче-

ства проектирования научно-методического обеспечения образовательного процесса – факт, воспринимаемый априори. Проектирование научно-методического обеспечения в контексте интегративной парадигмы педагогической теории, представляющее комплекс научно-исследовательских и проектно-образовательных мероприятий, позволяет создать целостную систему взаимно обуславливающих цели, задач и способов их достижения. Совершенствование научно-методического обеспечения профессионального образования педагогов-дефектологов – это процесс, требующий от преподавателей-исследователей не только высшей квалификации, но и способности к непрерывному саморазвитию в логике прогнозирования изменений социально-экономических реалий и образовательных трендов.

Список литературы

1. Абраменко Н.Ю., Галкина Н.А. Современные тенденции профессиональной подготовки логопедов в вузе // Международный научно-исследовательский журнал. 2023. № 5(131). URL: <https://research-journal.org/archive/5-131-2023-may/10.23670/IRJ.2023.131.98> (дата обращения: 20.03.2024). DOI: 10.23670/IRJ.2023.131.98.
2. Кадисон Ю.Б. Актуальные тенденции в подготовке бакалавров направления «Специальное (дефектологическое) образование» // Новое в психолого-педагогических исследованиях. 2022. № 2(65). С. 33–37. DOI 10.51944/20722516_2022_2_33.
3. Сажина С.Д., Герцберг М.В. Актуальные проблемы подготовки специалистов специального (дефектологического) образования // Человек. Культура. Образование. 2021. № 4(42). С. 155–170. DOI: 10.34130/2233-1277-2021-4-155.
4. Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 13.03.2023 № 136н «Об утверждении профессионального стандарта «Педагог-дефектолог»» [Электронный ресурс]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202304140006> (дата обращения: 22.03.2024).
5. Алмазова А.А., Кроткова А.В. Проектирование новых образовательных программ по направлению «Специальное (дефектологическое) образование» // Образование и саморазвитие. 2022. Т. 17, № 2. С. 256–269. DOI: 10.26907/esd.17.2.20.
6. Евтушенко И.В., Евтушенко А.И. Нормативно-правовая и организационно-методическая основа модернизации системы подготовки кадров по направлению «Специальное (дефектологическое) образование» // Непрерывное дополнительное образование специалистов: тренды трансформации: материалы Всероссийской научно-практической конференции (г. Киров, 28–29 сентября 2023 г.) Киров: ФГБОУ ВО «Кировский государственный медицинский университет». 2024. С. 74–78.
7. Лопатина Л.В., Баряева Л.Б., Ивлева М.Г. Подготовка логопедов: вчера, сегодня, завтра // Специальное образование и социокультурная интеграция. 2023. № 6. С. 135–141.
8. Манушин Д.В. Уточнение понятия «методология» // Международный бухгалтерский учет. 2016. № 16(406). С. 41–60.
9. Лаврентьева М.А., Гришина О.С., Полосина А.А. Методическое сопровождение практико-ориентированной деятельности будущих логопедов по освоению диагностических компетенций // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. 2023. № 2. С. 48–53. DOI 10.37882/2223-2982.2023.2.17.
10. Замкин П.В. Проблема разработки научно-методического обеспечения исследовательской деятельности студентов в условиях практико-ориентированной подготовки в педагогическом вузе // Гуманитарные науки и образование. 2019. Т. 10, № 3. С. 48–57.

УДК 376.37

DOI 10.17513/snt.40052

РАЗВИТИЕ СВЯЗНОЙ ПИСЬМЕННОЙ РЕЧИ ШКОЛЬНИКОВ С РЕЧЕВЫМИ НАРУШЕНИЯМИ СРЕДСТВАМИ СЛОВЕСНОГО ТВОРЧЕСТВА

Минаева Н.Г., Архипова С.В.

ФГБОУ ВО Мордовский государственный педагогический университет имени М.Е. Евсевьева,
Саранск, e-mail: natmi27@yandex.ru

Исследование посвящено проблеме развития связной письменной речи обучающихся с речевыми нарушениями. Одной из наиболее распространенных нозологических групп среди таких детей являются дети с общим недоразвитием речи. По данным исследований в области психолингвистики, логопедии, для таких детей характерно нарушение всех сторон речевого развития, однако нарушение продуцирования связных высказываний является ведущим в структуре речевого дефекта таких обучающихся, что снижает качество освоения ими образовательной программы. Исследование, проведенное авторами, показывает низкий и средний уровень сформированности связной письменной речи у детей исследуемой категории; в качестве основания для подобного вывода авторами приводятся результаты проведенного констатирующего эксперимента. Возможной причиной низких результатов обучающихся, по мнению авторов, может выступать недостаточная эффективность содержания и методов логопедической работы, направленной на развитие связной письменной речи у данного контингента обучающихся. Для решения выявленной проблемы авторы предлагают организацию логопедических занятий, направленных на развитие связной письменной речи, и предполагающих вовлечение школьников с общим недоразвитием речи в словесное творчество. Представлены материалы формирующего эксперимента, раскрывающие организационно-методические и содержательные аспекты данной работы, дана характеристика методического ресурса, необходимого для ее проведения, – рабочей тетради «Сказочные истории». Приведены данные контрольного эксперимента, показывающие положительную динамику в развитии связной письменной речи обучающихся после проведенного обучения. Авторами сделаны выводы об эффективности применения словесного творчества в работе по развитию связной письменной речи у обучающихся данной категории. Основой для словесного творчества младших школьников может выступать интересная детям «сказочная» тематика, обогащенная ситуациями ее интеграции в современную действительность, реконструкции знакомых сказочных сюжетов и др.

Ключевые слова: связная письменная речь, младшие школьники, общее недоразвитие речи, словесное творчество, развитие

Исследование выполнено в рамках гранта на проведение научно-исследовательских работ по приоритетным направлениям научной деятельности вузов – партнеров по сетевому взаимодействию (ФГБОУ ВО «Чувашский государственный педагогический университет имени И.Я. Яковлева» и ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический университет имени М.Е. Евсевьева») по теме «Научно-методические аспекты психолого-педагогического сопровождения лиц с ограниченными возможностями здоровья».

DEVELOPMENT OF CONNECTED WRITTEN SPEECH OF SCHOOLCHILDREN WITH SPEECH IMPAIRMENTS BY MEANS OF VERBAL CREATIVITY

Minaeva N.G., Arkhipova S.V.

Mordovian State Pedagogical University, Saransk, e-mail: natmi27@yandex.ru

The study is devoted to the problem of developing coherent written speech in students with speech disorders. One of the most common nosological groups among such children are children with general speech underdevelopment. According to research in the field of psycholinguistics and speech therapy, such children are characterized by a violation of all aspects of speech development, however, a violation of the production of coherent statements is the leading one in the structure of the speech defect of such students, which reduces the quality of their mastery of the educational program. The study conducted by the authors shows a low and average level of development of coherent written speech in children of the studied category; As a basis for such a conclusion, the authors present the results of the conducted ascertaining experiment. A possible reason for the low results of students, according to the authors, may be the insufficient effectiveness of the content and methods of speech therapy work aimed at developing coherent written speech in this contingent of students. To solve the identified problem, the authors propose organizing speech therapy classes aimed at developing coherent written speech and involving schoolchildren with general speech underdevelopment in verbal creativity. The materials of the formative experiment are presented, revealing the organizational, methodological and content aspects of this work, and the characteristics of the methodological resource necessary for its implementation – the workbook «Fairy Stories» – are given. Data from a control experiment are presented, showing positive dynamics in the development of coherent written speech of students after the training. The authors made conclusions about the effectiveness of using verbal creativity in the development of coherent written speech among students in this category. The basis for the verbal creativity of younger schoolchildren can be «fairy-tale» themes that are interesting to children, enriched with situations of its integration into modern reality, reconstruction of familiar fairy-tale plots, etc.

Keywords: coherent written speech, primary schoolchildren, general speech underdevelopment, verbal creativity, development

The study was carried out within the framework of a grant for conducting research work in priority areas of scientific activity of partner universities in network interaction (Chuvash State Pedagogical University named after I.Ya. Yakovlev and Mordovia State Pedagogical University named after M.E. Evseeviev) on the topic «Scientific and methodological aspects of psychological and pedagogical support for persons with disabilities».

Связная речь представляет собой форму коммуникации, в которой слова и фразы организованы логически и последовательно, образуя смысловую и грамматическую целостность. Этот вид речи требует не только хорошего владения грамматикой и синтаксисом, но и способности строить связные тексты, согласовывая информацию так, чтобы она формировала понятное и когерентное целое.

Согласно М.М. Алексеевой, В.И. Яшиной, связная письменная речь представляет собой комплексный языковой процесс, включающий в себя организацию и выражение мыслей и идей в письменной форме. Ключевыми характеристиками связной письменной речи выступают: 1) выраженная логическая структура текста; 2) наличие когерентности – связи между частями текста; 3) наличие когерентности – связи между словами внутри предложения [1, с. 71]. Н.В. Рябова, Е.В. Назарова, О.В. Терлецкая отмечают, что развитие связной письменной речи играет важную роль в формировании коммуникативных навыков и успешной адаптации школьников в образовательной и социокультурной среде [2].

Основными разновидностями связной письменной речи являются сочинение и изложение. Как пишут В.Г. Горещкий, М.Р. Львов, О.В. Сосновская, изложение – это письменный или устный рассказ об определенных событиях, идеях, фактах или впечатлениях, представленный в логической последовательности. Изложение представляет собой жанр текста, который может принимать различные формы в зависимости от целей автора и контекста. Авторами описываются несколько видов изложений: подробное, выборочное, сжатое, изложение с элементами творчества [3]. Согласно Т.А. Ладыженской, О.А. Михайловой, Н.А. Николиной, М.Ю. Федосюк, сочинение представляет собой форму связной письменной речи, в которой автор структурирует свои мысли и выражает свою точку зрения на определенную тему [4]. В.К. Воробьева описывает следующие типы сочинений: текст-повествование, текст-рассуждение, текст-описание [5].

Несмотря на то что письменная речь младших школьников часто представляет собой адаптированную форму устной речи, ее становление сопровождается разнообразными трудностями для обучающихся. Как указывает А.Н. Корнев, данные трудности вызваны механизмами, активируемыми в мозге человека во время письма: взаимодействием зон головного мозга, отвечающих за визуальное и слуховое восприятие слов, и моторных зон коры, координирующих движения руки, пальцев и глаз для точно-

го воспроизведения графических символов. Кроме того, во время написания связного письменного текста параллельно активизируются различные речевые зоны коры, отвечающие за извлечение лексико-семантической информации и построение синтаксической структуры фразы или предложения. А.Н. Корневым обращается внимание на то, что в организации письменной речи также участвуют процессы памяти. Именно операции памяти обеспечивают правильное графическое и орфографическое написание слов [6, с. 8].

Одной из нозологических групп в числе обучающихся с ограниченными возможностями здоровья являются дети с общим недоразвитием речи (ОНР). Согласно Т.Б. Филичевой, ОНР характеризуется несформированностью всех компонентов речи с различной степенью выраженности [7, с. 314].

По данным исследований С.В. Архиповой, О.Р. Лазуткиной, дети с ОНР демонстрируют бедность словаря, несформированность лексической стороны речи и недостаточное овладение грамматическим строем речи. Эти особенности неблагоприятно воздействуют на становление связной речи [8]. С.Е. Иневаткина, О.В. Терлецкая, С.А. Кильдюшова отмечают, что у детей данной категории отмечаются трудности в построении предложений и в использовании правильных грамматических конструкций. Бедность словарного запаса снижает точность выражения их мыслей и усложняет понимание текстов [9]. К тому же у данной категории детей отмечается ограничение в развитии аналитических навыков, приводящее к трудностям при аргументации и обобщении материала в их письменных работах [6].

Вопросы развития связной речи детей с речевыми нарушениями, несмотря на наличие методических разработок, продолжают активно исследоваться в специальной педагогике. Данный аспект был рассмотрен В.К. Воробьевой, О.В. Онучкиной, Л.Ф. Спириной и иными, в результате чего в настоящее время существует методический материал, который успешно применяется специалистами при формировании устного речевого высказывания [5, 10, 11]. Но в то же время проблема развития связной письменной речи по-прежнему остается малоизученной.

Одним из подходов к развитию связной письменной речи школьников является вовлечение детей в процесс словесного творчества. Словесное творчество выражается в создании устных сочинений, таких как рассказы, сказки, описания, стихотворения, загадки и небылицы. Это продуктивная деятельность, базирующаяся на восприятии литературных произведений и устного на-

родного творчества. Данный подход представлен в исследованиях Г.К. Жаркеновой, Т.Ю. Четвериковой, которые отмечают, что творческие задачи, такие как сочинение собственных текстов, обогащают письменную речь. Учащиеся, придумывая сказки и рассказы, используют все аспекты своей речевой деятельности, так как создание оригинальных текстов требует более полного комплекса действий, связанных с конструированием содержания и организацией лексико-грамматической структуры изложения [12, с. 135]. Согласно Н.Б. Борисовой, О.А. Козыревой, работа с творческим пересказом, основанным на вопросах, действиях и предметных картинках, создает базу для более сложных письменных сочинений, способствуя формированию навыков ясного и структурированного изложения идей [13, с. 72].

Таким образом, словесное творчество играет значимую роль в развитии связной письменной речи школьников. Вместе с тем, число исследований, посвященных проблеме развития связной письменной речи школьников с ОНР средствами словесного творчества, ограничено. Это затрудняет выбор эффективных методов и форм коррекционной работы в данном направлении.

Для преодоления противоречия между необходимостью выстраивания эффективной коррекционной работы по развитию связной письменной речи младших школьников с ОНР, с одной стороны, и недостаточностью актуальной информации об эффективных методах и формах организации коррекционной работы по ее развитию средствами словесного творчества у данных обучающихся – с другой, авторами было проведено исследование. Его цель – разработать и апробировать организационно-методические и содержательные аспекты коррекционной работы по развитию связной письменной речи младших школьников с ОНР средствами словесного творчества.

Материал и методы исследования

Авторами были применены следующие методы исследования: теоретический обзор научно-методической литературы по проблеме исследования; эмпирические методы исследования, включающие анализ письменных работ участников исследования, а также педагогические эксперименты (констатирующий, формирующий и контрольный).

Для исследования связной письменной речи школьников с ОНР на этапе констатирующего эксперимента была адаптирована методика Р.И. Лалаевой [14]. Адаптация позволила усложнить задания в соответствии с возрастными особенностями школьников

и исследовать особенности не только связной устной речи, но и письменной. Структура методики включала следующие диагностические задания.

Задание 1. Цель: исследование развития навыка составления связных устных высказываний у детей на основе серии сюжетных картинок. Участнику исследования предлагается составить рассказ на основе серии сюжетных картинок «Заяц и снеговик». При необходимости предлагается помощь в виде уточняющих вопросов. Критерии оценки результатов: 3 балла – школьник самостоятельно составил подробный и связный рассказ в соответствии с сюжетом картин. В рассказе переданы сюжет и его ключевые элементы. При построении предложений грамматических ошибок не допущено. Наблюдается разнообразие использования лексических средств (высокий уровень развития); 2 балла – при составлении рассказа школьнику экспериментатором оказывалась помощь. В рассказе сохранена основная сюжетная линия, но отсутствуют связующие элементы, из-за чего он характеризуется прерывистостью и нарушением связности. В речевых высказываниях присутствуют негрубые грамматические ошибки и ограниченность в применении лексических средств (средний уровень развития); 1 балл – рассказ составлен по навязываемым вопросам. В нем отсутствуют связность и логичность повествования, из-за чего текст напоминает перечисление событий. В составленных высказываниях отмечаются грубые грамматические ошибки и недостаточное использование лексической выразительности. В тексте присутствуют логические несоответствия (низкий уровень развития); 0 баллов – задание не выполнено. Максимальная оценка – 3 балла.

Задание 2. Цель: выявить навыки организации текста без предварительной обработки. Процедура включает в себя предоставление ребенку беспорядочно расставленных картинок с последующей инструкцией о расстановке их в правильной последовательности. Затем, после корректного распределения картинок, ребенку предлагается составить рассказ под названием «Воробей и котята» на основе данной последовательности, который необходимо записать. Критерии оценки результатов: правильное разложение картинок – 2 балла; самокоррекция нарушенного порядка сюжетной линии – 1 балл; неправильная раскладка картинок – 0 баллов. Критерии оценивания составленного рассказа представлены выше. Выводы об уровнях развития исследуемого параметра: высокий уровень – 6 баллов; средний уровень – 4 балла; 3 балла – низкий уровень.

Задание 3. Цель – выявить способность детей описывать изображенный сюжет в форме рассказа. Процедура включает в себя предоставление школьнику сюжетной картинки и последующую инструкцию, направленную на внимательное рассмотрение изображения. В рамках данного задания школьнику предлагалось составить рассказ с названием «Во время прогулки». Оценка рассказа производилась в соответствии с ранее представленными критериями. Максимальная оценка – 3 балла.

Задание 4. Цель: выявление развития умения пересказывать художественный текст без использования наглядности. Процедура включает в себя предоставление ребенку инструкции о внимательном прослушивании текста «Галка и кувшин». После прочтения текста дается задание пересказать его. Критерии оценки результатов: 3 балла – школьник самостоятельно составил подробный и связный пересказ в соответствии с произведением. В пересказе сохранены ключевая сюжетная линия и элементы истории. Он состоит из грамматически правильных и распространенных предложений (высокий уровень развития); 2 балла – при составлении пересказа школьнику оказывалась стимулирующая помощь. Сохранена основная сюжетная линия, но отсутствуют связующие элементы, из-за чего пересказ характеризуется прерывистостью и нарушением связности. Предложения построены с нарушением грамматических норм языка (средний уровень развития); 1 балл – пересказ составлен по наводящим вопросам. Отсутствует связность и нарушена логика повествования, из-за чего пересказ напоминает перечисление событий. Отмечаются грубые грамматические ошибки и недостаточное использование средств выразительности. Присутствуют смысловые несоответствия; 0 баллов – задание не выполнено. Максимальная оценка – 3 балла.

Задание 5. Цель: исследование умения составлять творческое сочинение на заданную тему. Инструкция: «Письменно расскажи про событие, которое тебе запомнилось больше всего». Оценка творческого сочинения осуществлялась в соответствии с критериями, представленными ранее для задания 1. Максимальная оценка – 3 балла. Максимальная оценка по совокупности всех заданий – 18 баллов.

Исследование было организовано на базе МОУ СОШ № 40 г. о. Саранск в октябре 2023 г. В нем участвовали 15 детей с логопедическим заключением «Нарушения чтения и письма, обусловленные общим недоразвитием речи», обучающиеся в 3-х классах. Возраст детей: 9–10 лет.

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ результатов первого диагностического задания показал, что только 13,3% школьников продемонстрировали достаточно высокий уровень сформированности способности составлять развернутый, связный и грамматически правильно оформленный рассказ, полностью отражающий сюжет. Большинство обучающихся (66,7%) также смогли адекватно передать логику развития сюжета, однако в их рассказах выявились пропуски нескольких моментов действия и некоторые неточности. Рассказ остальных участников исследования (20%) характеризовался пропусками ключевых моментов действия, несоответствием смысла изложенного изображенному на картинках сюжету; наблюдалась тенденция к перечислению действий: «*Заяц хотел достать морковь. Принес лестницу. Прыгал. Не получилось. Сел на лестницу. Снеговик растаял*». Смысловый контекст при таком рассказе не был учтен.

Следующее диагностическое задание было аналогично предыдущему, но предполагало составление письменного рассказа. Составленные школьниками с ОНР письменные рассказы оценивались по тем же критериям, что и устные, орфографические ошибки не учитывались. Большинство обучающихся (80%) смогли самостоятельно разложить сюжетные картинки в правильной последовательности, 20% детей столкнулись с выраженными трудностями при определении последовательности сюжетных линий. Достаточно подробный и связный рассказ с соблюдением грамматических правил смогли составить только 6,7% младших школьников с ОНР. В сочинениях 40% школьников отмечались обрывочность сюжета, бедность лексико-грамматических средств. Обучающимся требовалась помощь в виде уточняющих вопросов. Большинство младших школьников с ОНР не смогли составить связный письменный рассказ по предлагаемому сюжету. В их работе отмечались отсутствие связности между фрагментами текста и подмена сюжета перечислением событий, представленных в иллюстрациях: «*Котята гуляли. Котята увидели бабочек. Котята хотели съесть их. Прыгнули и ударились головами*».

В рамках третьего диагностического задания младшим школьникам было необходимо составить рассказ по сюжетной картинке «Дети на прогулке». Важно отметить, что ни один из школьников с ОНР не смог составить грамматически правильный, связный и развернутый рассказ на основе

представленной картинке. Это указывает на наличие у данной группы обучающихся трудностей при составлении повествования и объединении фрагментов истории в целое. Большинство участников исследования (60%) при составлении рассказа обращались за помощью к экспериментатору. Но даже уточняющие вопросы не помогли школьникам с ОНР составить подробный и связный текст. Их рассказы характеризовались пропусками отдельных деталей картины, что создавало фрагментарный и несвязный характер повествования. Приведем пример: «*Мальчики и девочки вышли гулять. Мальчики пускали кораблики. Девочки играли с куклой*». Остальные школьники с ОНР (40%) вместо рассказа просто озвучивали действия детей. Однако стоит отметить, что в их речи отсутствовали грубые грамматические ошибки, так как действия детей и сюжет были им достаточно хорошо знакомы.

Анализ результатов выполнения четвертого диагностического задания, связанного с пересказом прослушанного текста, показал, что только 6,7% младших школьников с ОНР имеют высокий развития понимания и способности к самостоятельному воспроизведению вербальной информации, поэтому способны достаточно подробно пересказать прослушанный текст. Некоторая стимулирующая помощь в виде уточняющих вопросов понадобилась 33,3% обучающихся. Во время составления пересказа в их речи отмечались единичные нарушения структуры предложений и небольшие паузы. Приведем пример пересказа текста «Галка и кувшин»: «*Жарко было. Галка пить хотела. А во дворе кувшин был. Она прилетела к нему. Не достала воду. Птица начала кидать камни. Вода поднялась, и она пошла*». Пропуски отдельных фрагментов текста, смысловые несоответствия и обрывочность повествования при пересказе были отмечены у 60% школьников.

Заключительное диагностическое задание предполагало написание творческого сочинения. Никто из школьников не написал связное и подробное сочинение на тему «Мои идеальные выходные». В письменных рассказах 40% школьников наблюдались отдельные морфолого-синтаксические нарушения и недостаточная информативность и содержательность высказываний. Обучающиеся испытывали затруднения при самостоятельном составлении письменного текста, нуждались в уточняющих вопросах и стимулирующей помощи экспериментатора. Приведем пример рассказа: «*В свои идеальные выходные я много гуляю. Мне разрешают есть пищу. И спать долго, ведь*

школы нет. Я встречаюсь с друзьями, у которых такой же выходной». В работах 60% школьников выявлены смысловые пропуски и повторы событий, что свидетельствует о некоторых сложностях в структурировании повествования. В большинстве случаев эти обучающиеся предпочитали записывать ответы на вопросы экспериментатора, что приводило к нарушению связности повествования. Приведем пример текста: «*В эти выходные я буду делать, что хочу. Захожу – буду смотреть обзоры. Встречусь со своим другом. И не буду в комнате убираться. С другом пойдем кататься на велосипедах. Есть мороженое. А уроки делать не буду. И читать, потому что не люблю. Такие выходные могут быть только летом*».

Для оценки результатов выполнения всей совокупности заданий были выделены три уровня развития связной письменной речи младших школьников с ОНР: достаточно высокий, средний, низкий. Наглядно распределение участников исследования с учетом выявленного уровня развития связной письменной речи представлено на рисунке 1.



Рис. 1. Распределение младших школьников с ОНР по уровню развития связной письменной речи

Достаточно высокий уровень. Школьник, достигший данного уровня, способен самостоятельно создавать письменные и устные рассказы и пересказы. Тексты школьника достаточно полно и точно отражают сюжет, сохраняя последовательность событий и глубокое понимание содержания. В речи школьника отмечаются соблюдение грамматических норм языка, последовательность и ясность выражения мыслей. Составленные рассказы характеризуются

использованием разнообразных лексических средств. В констатирующем исследовании не было выявлено обучающихся, продемонстрировавших данный уровень.

Средний уровень. Рассказы у детей с данным уровнем могут содержать некоторые нарушения при передаче последовательности событий или связи между фрагментами текста. Речевая продукция характеризуется недостаточной выразительностью и отсутствием стилистического оформления. Присутствуют ограниченность использования лексических средств языка, а также единичные грамматические ошибки. Обучающимся требуется стимулирующая помощь в виде уточняющих вопросов. Данный уровень был выявлен у 8 школьников (53,3% от общего числа участников исследования).

Низкий уровень. Обучающиеся, продемонстрировавшие данный уровень, характеризуются несамостоятельностью в выполнении заданий и значительными трудностями в передаче сюжета. Письменные и устные рассказы составляются по вопросам экспериментатора. При этом рассказ может быть фрагментарным и лишенным логической связности. Отмечаются пропуски деталей сюжета, присутствуют грамматические ошибки, наблюдается бедность используемых лексических средств. Данный уровень был выявлен у 7 школьников (46,7% участников исследования).

В результате исследования выявлено, что у младших школьников с ОНР преобладают средний и низкий уровни развития связной письменной речи. Составленные рассказы у данной категории детей характеризуются нарушением связности и логики повествования, бедностью использования лексико-грамматических средств. Существует необходимость организации логопедической работы по развитию связной письменной речи у младших школьников с ОНР с использованием более эффективных форм коррекционной работы.

Целью формирующего эксперимента, проведенного на следующем этапе опытно-экспериментальной работы, с октября 2023 г. по март 2024 г., являлись разработка и апробация организационно-методических и содержательных аспектов коррекционной работы, направленных на развитие связной письменной речи младших школьников с ОНР средствами словесного творчества. Были определены ее ключевые задачи: стимуляция интереса младших школьников с ОНР к словесному творчеству; совершенствование лексико-грамматической системы языка у младших школьников с ОНР; развитие у младших школьников с ОНР уме-

ния конструировать связные устные и письменные высказывания, умения создавать творческие письменные рассказы на основе предварительно заданных начала, середины и концовки.

В рамках опытно-экспериментальной работы был разработан методический ресурс – рабочая тетрадь «Сказочные истории». Содержание данной тетради предполагало поэтапную работу по развитию связной письменной речи у обучающихся с использованием средств словесного творчества и включало несколько тематических блоков: «Учимся задавать вопросы», «Учимся создавать», «Разные послания», «Сказки по-новому», «Сказки о фантастических странах», «Сказки от шуточных вопросов», «Сказки от странных историй», «Порассуждай-ка», «Коллаж сказок», «Современный сказочник». Работа с ресурсом строилась поэтапно.

На первом этапе, в процессе работы с блоком «Учимся задавать вопросы», особое внимание уделялось развитию навыка задавания вопросов. Школьникам предлагалось придумать нестандартные вопросы на темы, отличные от привычных бытовых тем. Например, для этого использовали создание шуточного вопроса к персонажам сказки, что представляло для обучающихся достаточно сложную задачу. Например, вопрос к Карлсону: «Можно ли варенье заменить сгущенкой? Как это повлияет на работу моторчика?» Или же вопрос Алладину: «Как можно удержаться на летающем ковре, если на нем нет ни сидений, ни ремней безопасности?» Подобные задания выполнялись как в письменной форме, так и в устной. Свои вопросы школьники зачитывали по очереди, а остальные дети пытались дать на них связные и логичные ответы.

На втором этапе проводилась работа по развитию навыков словообразования и создания грамматически правильных словосочетаний и предложений. В рамках работы с блоком «Учимся создавать» школьникам предлагались различные задания: подбор однокоренных слов, составление рифмованных двестишней, распространение и составление предложений. Примеры заданий: Придумайте однокоренные слова к слову «дом», составьте с ними предложения; подберите рифму к слову «бабочка», составьте с данными словами рифмованное двестишие; составьте словосочетания со словом «зеленый» и др.

На следующем этапе велась работа с блоком «Разные послания» по обучению школьников с ОНР составлению загадок о животных, природных явлениях и ином, им также предлагались задания, направленные на составление телеграмм и коротких

писем сказочным героям. Данный процесс включал в себя выбор формы сообщения (записка, письмо, телеграмма) и сочинение содержания сообщения, после чего школьники обсуждали и корректировали написанное, стремясь совершенствовать как содержание, так и стиль. Приведем пример задания данного блока: написание послания для сказочного героя (например, записка для Золушки: «Не забудь выйти из кареты до полуночи. Фея-крестная»; или телеграмма для Красной Шапочки: «Через лес с пирожками не ходи. Там живет волк. Я приеду в гости сама. Твоя бабушка»).

Четвертый этап коррекционной работы включал работу над созданием сказок и сказочных историй. На данном этапе школьникам предлагалось поработать над творческими рассказами на материале сказок. В рабочей тетради для данной цели были разработаны несколько блоков заданий. Первый блок – «Сказки по-новому» – был направлен на стимуляцию творчества, переосмысление традиционных образов сказочных героев и развитие литературных навыков у детей. Например, школьникам предлагали придумать сюжет для истории «Дружелюбный Дракон и трусливый Рыцарь»: герой, обладавший отвагой, вдруг становится крайне боязливым. Дружелюбный Дракон, обычно избегаемый из-за своего вида, решает помочь герою преодолеть свои страхи, научив его тому, что внешность может быть обманчива. В рамках работы над заданиями данного блока школьники разрабатывали и записывали необычные сценарии и диалоги для известных сказочных персонажей. Упражнения данного блока способствовали не только развитию связной речи, но и стимулированию творческого мышления и способности видеть обыденные вещи в необычном свете. Второй блок – «Сказки о фантастических странах» – был направлен на стимуляцию словесного творчества и воображения. В данный блок были включены задания, предполагающие сочинение сказок о несуществующих странах, например о «Лакомии» – стране с мармеладными драконами, шоколадными пальмами и зефирными единорогами. При выполнении данных упражнений школьники должны были использовать разнообразную лексику, описывать места, придумывать персонажей. Создавая уникальные и фантастические миры, ученики не только развивали воображение, но и совершенствовали умение ясно и подробно передавать свои мысли словами. Блок «Сказки от шуточных вопросов» был нацелен на развитие творческого мышления и фантазии у детей, его ключевой задачей являлось вдохновение

обучающихся на создание увлекательных и уникальных сказок на основе необычных вопросов или данных, определяемых в качестве стартовых точек. Например, предлагалась история про летучую конфету: «Привет, я Летучая Конфета! Я пришла из Сладкой страны, где растут леденцы на ветках и шоколадные реки текут внизу. Однажды я прилетела к маленькому мальчику по имени Тимофей...» Следующий блок «Сказки от странных историй» предполагал создание необычных, увлекательных сказочных историй на основе странных предпосылок или персонажей: например, сказку о том, как мыло и мыльница поссорились; или сказку о зонте, который танцевал под звуки дождя. Создание подобных сочинений предполагало построение сюжета, характеристику персонажей и развитие диалогов. Блок «Порассуждай-ка» был направлен на стимуляцию аналитического мышления обучающихся через рассмотрение и обсуждение сказочных сюжетов и персонажей. Такие задания способствовали формированию у школьников собственного мнения и умения высказывать его в письменной форме. Кроме того, в блок были включены вопросы, направленные на развитие эмпатии и сочувствия. Например, детям предлагали придумать историю в рамках рассуждения на следующие вопросы: «Кого тебе жалко в сказке “Снежная королева” и почему?» Следующий блок – «Коллаж сказок» – предоставлял школьникам уникальную возможность создания сюжетов новых сказок, объединяющих персонажей из различных сказочных миров. Например, предлагалось создать историю, в которой Джиинн, Золушка и Колобок встретились в лесу. Модификация сказочных сценариев стимулировала творческое мышление у школьников, способствуя развитию адаптивности к новым ситуациям и развитию комплекса когнитивных навыков. Блок «Современный сказочник» был направлен на стимуляцию творческого мышления и фантазии у школьников через переосмысление и современную интерпретацию известных сказок. Здесь обучающимся предлагали создавать новые сценарии и концовки для сказок, придавая им современный характер и актуальные темы. Например, школьникам предлагалась написать окончание сказки «Современные приключения Красной Шапочки», включив в нее сначала традиционное окончание, где девочка доставляет пирожки и сбегает от волка, и возможное (современное) окончание. Например, Красная Шапочка и волк вместе открывают службу доставки пирожков для всех обитателей леса, укрепляя дружбу в своем лесном ресторане.

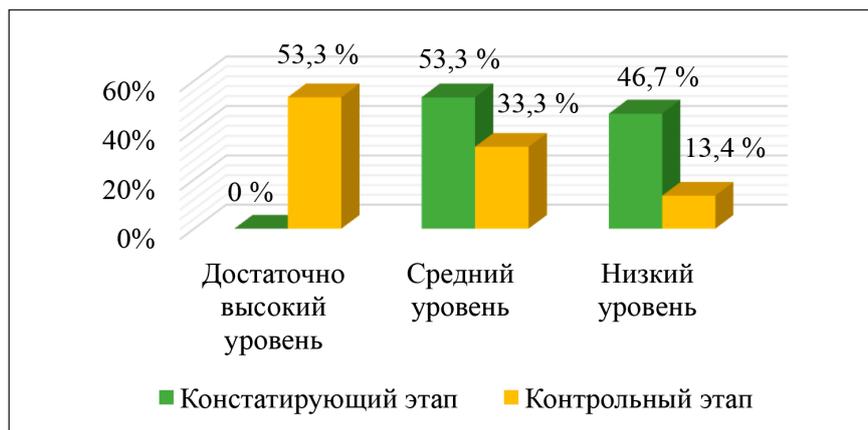


Рис. 2. Динамика распределения младших школьников с ОНР по уровню развития связной письменной речи (по данным констатирующего и контрольного экспериментов)

Выполнение данных заданий требовало от обучающихся нестандартного мышления и способности реинтерпретировать традиционные элементы сказок в современном контексте. Кроме того, ученики сталкивались с неожиданными ситуациями и изменениями в ходе сказок, что благоприятно влияло на их фантазию и творческое воображение. Дописывание сказочных историй способствовало улучшению навыков написания связных и линейных сюжетов. На данном этапе также активно использовался метод «Бином фантазии» Дж. Родари [15]. Данный метод предполагал нестандартный подход к составлению предложений и историй, объединяющих слова и предметы, которые кажутся несовместимыми на уровне обыденной логики. Приведем примеры заданий: Создайте фразу, объединяя слова «лев» и «стол»; например: «Лев устроил большой пир за деревянным столом»; «крот» и «шкаф»: представьте себе, как крот использует шкаф в своих подземных приключениях, например: «Крот открыл шкаф и обнаружил там ...» Усложненный вариант задания предполагал объединение нескольких пар слов в один логичный и последовательный рассказ: «Лев устроил большой пир за деревянным столом. В центре стола стоял торт, который формой напоминал дерево. Внезапно дверь шкафа скрипнула, и из нее выглянул Крот. Он тоже пришел на день рождения Льва».

Развитие связной письменной речи у младших школьников с ОНР осуществлялось на логопедических занятиях, проводимых в свободное от уроков время. Продолжительность групповых занятий составляла 40 минут, занятия проводились 2 раза в неделю.

Для выявления эффективности реализованной коррекционной работы был про-

веден контрольный эксперимент. Его данные показали положительные изменения в уровнях развития связной письменной речи у младших школьников с ОНР. В частности, после проведенной коррекционной работы по развитию связной письменной речи среди участников исследования появились дети с достаточно высоким уровнем развития навыков составления связных текстов, чего не было отмечено на этапе констатирующего эксперимента. Количественный анализ полученных результатов также показал сокращение количества детей, имеющих низкий уровень развития связной письменной речи, практически в 3,5 раза. Для выявления динамики в развитии связной письменной речи у младших школьников с ОНР представим сравнительный анализ результатов констатирующего и контрольного экспериментов (рис. 2).

Качественный анализ речевой продукции школьников с ОНР позволил отметить, что структурированный подход, включающий в себя работу со словотворчеством, способствовал следующему: значительному расширению активного словарного запаса обучающихся; улучшению умения использовать разнообразные грамматические конструкции в письменных выражениях; улучшению способности структурировать предложения для логичного изложения мыслей; развитию творческого мышления и фантазии младших школьников.

Выводы

Уровень развития связной письменной речи у младших школьников с ОНР соответствует средним и низким показателям. Письменные и устные рассказы составляются обучающимися с низкой степенью самостоятельности, по наводящим вопро-

сам. Рассказы преимущественно фрагментарные и лишены логической связности, у детей имеются значительные трудности при передаче сюжета. В письменной и устной продукции школьников присутствуют грамматические ошибки, отмечается бедность используемых лексических средств. Выявлена необходимость организации коррекционной работы по развитию связной письменной речи у младших школьников с ОНР с использованием более эффективных методов и средств коррекции.

Совершенствование системы коррекционной работы со школьниками с ОНР возможно посредством организации логопедических занятий, направленных на развитие связной письменной речи обучающихся данной категории средствами словесного творчества. Коррекционная работа на логопедических занятиях должна быть ориентирована на стимуляцию интереса младших школьников с ОНР к словесному творчеству; совершенствование лексико-грамматической системы языка; развитие умения конструировать связные устные и письменные высказывания; развитие умения создавать творческие письменные рассказы на основе предварительно заданных начала, середины и концовки. Основой для словесного творчества может выступать интересная детям «сказочная» тематика, обогащенная ситуациями ее интеграции в современную действительность, реконструкции знакомых сказочных сюжетов и др. Эффективным средством организации данной работы на логопедических занятиях способна стать рабочая тетрадь «Сказочные истории».

Контрольный эксперимент позволил подтвердить эффективность предложенных подходов. Пересказы и рассказы, составленные обучающимися на этапе контрольного исследования, характеризовались более осмысленным и креативным подходом. Кроме того, младшие школьники стали более уверенно выражать свои мысли, использовать в речи разнообразные языковые средства, а также проявлять активный интерес к словотворчеству. Таким образом, коррекционная работа, основанная на использовании словесного творчества, оказала положительное воздействие на уровень развития

письменной речи у младших школьников с ОНР, способствуя их лингвистическому и творческому росту.

Список литературы

1. Алексеева М.М., Яшина В.И. Теория и методика развития речи детей. М.: Академия, 2018. 445 с.
2. Рябова Н.В., Назарова Е.В., Терлецкая О.В. Научно-практические основы формирования коммуникативных универсальных учебных действий младших школьников // Гуманитарные науки и образование. 2021. № 1. С. 91-96.
3. Львов М.Р., Горещкий В.Г., Сосновская О.В. Методика преподавания русского языка в начальных классах. М.: Академия, 2017. 461 с.
4. Ладыженская Т.А., Михайлова О.А., Николина Н.А., Федосюк М.Ю. Русский язык. М.: Флинта, 2012. 256 с.
5. Воробьева В.К. Методика развития связной речи у детей с системным недоразвитием речи. М.: Издательство Московского психолого-социального университета, 2016. 233 с.
6. Корнев А.Н. Поэтапное формирование оперативных единиц письма и чтения как базовый алгоритм усвоения этих навыков // Нарушения письма и чтения у детей. Изучения и коррекция: монография. М.: ЛОГОМАГ, 2018. С. 6-23.
7. Логопедия. Теория и практика / под ред. Т.Б. Филичевой. М.: Эксмо, 2021. 604 с.
8. Архипова С.В., Лазуткина О.Р. Научно-методические аспекты развития связной речи дошкольников с речевыми нарушениями средствами наглядного моделирования // Гуманитарные науки и образование. 2023. Т. 14, № 3. С. 7-15.
9. Иневаткина С.Е., Терлецкая О.В., Кильдощова С.А. Комплексное сопровождение дошкольников с нарушениями речи // Гуманитарные науки и образование. 2022. Т. 13, № 3. С. 55-60.
10. Онучкина О.В. Формирование и развитие монологической речи у школьников с тяжелыми нарушениями речи: монография. Ростов/н/Д.: Феникс, 2014. [Электронный ресурс] URL : http://homeloped.ucoz.ru/publ/studentam/formirovanie_i_razvitie_monologicheskoy_rechi_u_shkolnikov_s_tjazhelymi_narushenijami_rechi/3-1-0-6 (дата обращения: 04.03.2024).
11. Спирина Л.Ф. Особенности развития связной речи у детей с общим ее недоразвитием. М.: Просвещение, 2010. 148 с.
12. Жаркенова Г.К., Четверикова Т.Ю. Развитие у школьников с речевой патологией словесного творчества на материале сказок в системе дополнительного инклюзивного образования // Инклюзивное образование: теория и практика: сборник материалов VI Международной научно-практической конференции; отв. ред. И.А. Ахметшина, Т.В. Тимохина, и др. Орехово-Зуево: ГГТУ, 2021. С. 135-141.
13. Козырева О.А., Борисова Н.Б. Формирование лексико-грамматических средств языка и развитие связной речи. М.: Владос, 2016. 119 с.
14. Лалаева Р.И. Методика психолингвистического исследования нарушений речи. СПб.: Наука-Питер, 2006. 102 с.
15. Родари Дж. Грамматика фантазии. М.: Самокат, 2022. 240 с.

УДК 378.147:372.881.1
DOI 10.17513/snt.40053

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ПРИ ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКОГО ВУЗА ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ

Назина О.В., Заболотная С.Г., Коровина И.А.

*Оренбургский государственный медицинский университет, Оренбург,
e-mail: olgakud86@mail.ru*

В статье рассматривается специфика реализации цифрового обучения с позиции формирования иноязычной коммуникативной компетенции студентов медицинского вуза. Цель исследования состояла в выявлении возможностей применения цифровых приложений в формировании иноязычной коммуникативной компетенции у студентов медицинского университета с учетом лингводидактического фактора. Эмпирической базой исследования послужили цифровые приложения с применением технологий искусственного интеллекта, обладающие лингводидактическим потенциалом при обучении иностранному языку. В работе использованы элементы описательного, сравнительного, классификационного и количественного анализа. В результате авторы определили, что применение интенсивно развивающегося мобильного обучения позволяет сделать процесс изучения иностранного языка непрерывным и эффективным без каких-либо временных и пространственных ограничений. Актуальность использования цифровых приложений при обучении иностранному языку обусловлена рядом факторов: непрерывностью образовательного процесса благодаря возможности периодически повторять пройденный материал, активизацией самостоятельной деятельности, выстраиванием собственного темпа обучения, выбором определенного вида речевой деятельности, вызывающего наибольшие затруднения и требующего дополнительной проработки. В ходе исследования авторами установлены цифровые приложения, наиболее эффективные для совершенствования профессионально ориентированных навыков владения иностранным языком. В статье представлены примеры типовых задач по дисциплине «Иностранный язык» для студентов первого курса лечебного факультета Оренбургского государственного медицинского университета, направленных на формирование иноязычной коммуникативной компетенции с применением цифровых приложений. Полученные данные могут быть использованы в дальнейшей разработке теоретических и практических основ применения цифровых приложений при обучении студентов-медиков профессионально ориентированному иностранному языку.

Ключевые слова: цифровые приложения, искусственный интеллект, студенты медицинского вуза

THE POSSIBILITIES OF USING DIGITAL APPLICATIONS BASED ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN TEACHING A FOREIGN LANGUAGE TO MEDICAL STUDENTS

Nazina O.V., Zabolotnaya S.G., Korovina I.A.

Orenburg state medical university, Orenburg, e-mail: olgakud86@mail.ru

The article deals with the specifics of the implementation of digital learning from the perspective of the formation of foreign language communicative competence of medical university students. The purpose of the study was to identify the possibilities of using digital applications in the formation of foreign language communicative competence among students of the medical university, taking into account the linguodidactic factor. The empirical basis of the study was digital applications using artificial intelligence technologies that have linguistic and didactic potential in teaching a foreign language. The work uses elements of descriptive, comparative, classification and quantitative analysis. As a result, the authors determined that the use of intensively developing mobile learning makes it possible to make the process of learning a foreign language continuous and effective without any time and spatial constraints. The relevance of using digital applications in teaching a foreign language is due to a number of factors: the continuity of the educational process due to the ability to periodically repeat the material studied, the activation of independent activity, building your own pace of learning, choosing a certain type of speech activity that causes the greatest difficulties and requires additional study. In the course of the study, the authors have established digital applications that are most effective for improving professionally oriented foreign language skills. The article presents examples of typical tasks in the discipline "Foreign language" for the first-year students of the Medical Faculty of Orenburg State Medical University, aimed at the formation of foreign language communicative competence using digital applications. The data obtained can be used in the further development of theoretical and practical foundations for the use of digital applications in teaching medical students professionally oriented foreign language.

Keywords: digital applications, artificial intelligence, medical university students

Современная образовательная парадигма ставит перед преподавателями отдельных дисциплин задачу по применению инновационных технологий с целью повышения мотивации к обучению и его эффективности. Ответом на данный соци-

альный запрос может служить внедрение в образовательный процесс цифровых приложений, предоставляющих возможность использовать визуализацию при освоении лексического и терминологического аппарата, применять аутентичные видео- и

аудиоматериалы, вступать в непосредственное взаимодействие с носителями языка [1, с. 117]. Особой популярностью у обучающихся пользуются цифровые приложения на мобильных устройствах ввиду территориальной и временной лабильности их применения, а также современной тенденции к геймификации обучения. Обучение с применением цифровых технологий способствует достижению главной цели преподавания иностранного языка, заключающейся в освоении обучающимися его коммуникативных функций с учетом индуктивно-сознательного и интегрированного подходов посредством применения метода CLT (Communicative Language Teaching), подразумевающего погружение студентов в иноязычную среду с применением обучающих цифровых приложений для выполнения коммуникативных задач [2, с. 391]. Внедрение современных цифровых приложений на основе технологий искусственного интеллекта в процесс обучения студентов иностранному языку позволяет развивать их коммуникативную компетенцию и совершенствовать навыки чтения, перевода, письма, аудирования и разговорной речи в соответствии с уровнем владения языком, интересами и целями обучающихся [3, с. 301], что может помочь как в расширении общего лингвистического кругозора, так и в овладении профессионально ориентированной терминологией.

Целью данного исследования является выявление возможностей применения инновационных цифровых приложений в формировании иноязычной коммуникативной компетенции студентов медицинского вуза с учетом лингводидактического фактора.

Материал и методы исследования

Материалом исследования послужили цифровые приложения с применением технологий искусственного интеллекта, обладающие лингводидактическим потенциалом при обучении иностранному языку. Теоретическая основа исследования базируется на современных научных трудах в области применения цифровых ресурсов в образовательном процессе. В данном исследовании использованы элементы как описательного, так и классификационного анализа.

Результаты исследования и их обсуждение

В настоящее время с каждым днем возрастает число цифровых приложений, которые могут применяться в сфере образования [4]. Большинство современных цифровых приложений, обладающих лингводидактическим потенциалом, базируются на тех-

нологиях искусственного интеллекта, представляющего собой запрограммированную машинную симуляцию когнитивных навыков человека, которые включают в себя продуктивное творческое мышление, поиск необходимой информации, способность к принятию решений и анализу данных, прогнозирование, обработку языка, распознавание изображений и голосовых сообщений [5]. Технологии искусственного интеллекта ориентированы на обработку данных и создание алгоритмов выполнения поставленных задач с учетом творческого подхода к генерации образов, текстов и идей.

Подсистемой искусственного интеллекта являются нейронные сети, моделирующие структуру человеческого мозга и применяемые для обработки большого объема информации в режиме реального времени в соответствии с программным алгоритмом, действующим по принципу перебора значений на пути к определенному результату. В настоящее время цифровые приложения с применением нейронных сетей приобретают все большую популярность в сфере обучения различным отраслям науки, в том числе иностранным языкам [6, с. 1412].

Работа универсальных цифровых приложений для изучения иностранного языка с применением нейронных сетей, как правило, осуществляется в соответствии со следующим алгоритмом действий: 1) анкетирование и входное тестирование; 2) формирование базы данных о предпочитаемом материале; 3) составление индивидуальной программы с учетом возраста, интересов, потребностей, языкового уровня и целей изучения иностранного языка; 4) мониторинг активности и результатов обучения; 5) выявление языковых трудностей и подбор дополнительных заданий и тренировочных упражнений; 6) мотивирование к дальнейшему изучению более сложного материала.

В результате анкетирования 100 обучающихся 1–4-х курсов Оренбургского государственного медицинского университета авторами выявлено, что около 80% респондентов имеют представление о специальных цифровых приложениях для изучения английского языка; 68% опрошенных предпочитают использовать мобильные приложения для самостоятельного развития иноязычной коммуникативной компетенции в противовес другим цифровым ресурсам.

В ходе анализа популярных цифровых приложений для изучения иностранного языка авторы пришли к выводу о том, что каждое из них призвано помочь обучающимся в освоении определенных видов речевой деятельности. Авторами выявлены мобильные приложения, представляющие

актуальность с точки зрения развития профессионально ориентированной иноязычной коммуникативной компетенции студентов медицинского университета. Приложение «Английский для врачей» позволяет расширить лексический запас для общения на международных конференциях, чтения современной зарубежной профессионально ориентированной литературы и инструкций к медицинскому оборудованию. Преимущество данного приложения заключается в применении лингводидактического метода немецкого психолога Германа Эббингауза, предполагающего цикличное повторение иноязычного материала с позиции особенностей функционирования человеческой памяти. Приложение также дает обучающимся возможность составлять персональные словари с учетом различных семантических векторов медицинской тематики, что повышает динамичность иноязычного профессионально ориентированного обучения. В целях самостоятельного мониторинга обучающимися уровня освоения англоязычных терминологических элементов медицинской тематической направленности может применяться приложение «Английский для медиков – тесты».

В ходе исследования выявлены и классифицированы наиболее популярные приложения с применением нейронных сетей и искусственного интеллекта, позволяющие совершенствовать навыки владения английским языком с учетом различных целей и видов речевой деятельности.

Универсальные приложения на основе технологий нейронных сетей для систематического изучения английского языка («DuoLingo», «Lingualeo», «Busuu», «IELTS», «Rosetta Stone», «Babbel», «Polyglot») предлагают последовательное освоение общеразговорного иностранного языка от простого к более сложному лексико-грамматическому материалу. Они направлены на самостоятельную отработку обучающимися всех видов речевой деятельности и могут использоваться как вспомогательный инструмент в овладении иноязычной коммуникативной компетенцией. Их преимущество заключается в геймификации образовательного процесса, что способствует повышению мотивации к обучению.

Приложения для отработки лексического материала («Memrise», «My Word Book», «Quizlet») направлены на работу с терминологическими единицами с применением карточек, содержащих дефиниции и тематические изображения, автоматически появляющиеся при внесении термина. Обучающиеся имеют возможность составлять персональные словари с учетом различных

семантических векторов профессионально ориентированной тематики. Самостоятельная отработка сложной лексики в режиме заучивания и прохождение автоматически создаваемых тестов по затруднительному лексическому материалу оказывают помощь при подготовке к рубежному контролю и промежуточной аттестации по дисциплине «Иностранный язык». В целях структурирования и систематизации специальной медицинской терминологии в работе со студентами 1-го курса лечебного факультета Оренбургского государственного медицинского университета применяются цифровые приложения для построения ментальных карт («XMind (ChatMind)», «MindOnMap», «MindMeister», «FreeMind») [7, с. 69]. Полученные в результате творческие продукты впоследствии используются студентами для повторения терминологических единиц, а также в качестве визуальных опор при подготовке монологических и диалогических высказываний.

Приложения «Top Reader», «Readore», «KyBook Ebook Reader», «Smart Book» применяются для отработки навыков чтения современной зарубежной общенаучной и профессионально ориентированной литературы. Для будущих специалистов медицинского профиля актуальным является ознакомление с новостями в области здравоохранения посредством специализированных цифровых приложений «Medscape MedPulse», «Newsfusion», «WHO Results Report», «Internal Medicine News», «NEJM This Week (the New England Journal of Medicine)». Аналитическое чтение текстов с применением данных приложений предполагает аннотирование с последующим обсуждением в группе в рамках практических занятий.

Приложения для совершенствования разговорных навыков («HelloTalk», «Tandem», «Speak!») представляют актуальность с точки зрения развития профессионально ориентированной иноязычной коммуникативной компетенции, поскольку позволяют расширить лексический запас для потенциального общения на международных конференциях. Приложения «HelloTalk» и «Tandem» предполагают непосредственное коммуникативное взаимодействие с носителями языка с учетом профессионально ориентированных интересов и целей посредством аудио- и видеозвонков, текстовых и голосовых сообщений. В приложении «Speak!» представлены диалоги в типичных коммуникативных ситуациях; оно дает возможность услышать собственные ошибки при произнесении фраз вслед за диктором, что позволяет совершенствовать орфоэпические навыки.

Приложения для развития навыков аудирования («Sounds Right», «BBC Learning English», «Simpler», «Google Podcasts», «Castbox», «LibriVox», «Ted Talks», «Talk English») содержат фрагменты из аутентичных кинофильмов, телесериалов, подкастов, монологов, новостных сайтов, позволяющие активизировать визуальную и эмоциональную память и получить примеры из реального «живого» языка [8].

Приложения для овладения терминологией и расширения словарного запаса («Multitran», «АВВУ Lingvo», «Oxford Learner's Dictionary», «Cambridge Dictionary», «WordHunt», «ReversoContext») могут использоваться в работе со специальной терминологией и дают возможность получить общее структурированное представление о термине, ознакомиться с дефиницией и примерами употребления в различных сферах, что позволяет повысить качество письменного перевода англоязычных текстов узкопрофессиональной направленности на русский язык. Наличие синонимичной лексики и идиоматических выражений дает возможность расширить словарный запас. По мнению авторов, приложение «Cambridge Dictionary» представляет наиболее качественные версии произношения с учетом особенностей британского и американского вариантов английского языка. В приложении «ReversoContext» приводятся многообразные примеры контекстуального употребления лексических и терминологических единиц, что помогает в написании англоязычных эссе профессиональной направленности и преодолении проблемы русифицированного перевода.

Профессионально ориентированные цифровые тренажеры-симуляторы основаны на имитации реальных ситуаций в области здравоохранения и позволяют обучающимся не только получить стратегический опыт решения сложных задач и принятия решений, но и совершенствовать уровень владения профессионально ориентированным лексическим материалом. В тренажерах-симуляторах поддержка искусственного интеллекта обеспечивается посредством сканирования потенциальных угроз и создания реалистичной атмосферы. Мобильное приложение «Buoy Health» помогает в отработке терминологии по теме «Признаки и симптомы заболеваний». Приложение «Medinglish» предназначено для изучения специальной медицинской терминологии на основе интерактивных упражнений, содержащих примеры аутентичных диалогов различных тематических направлений (система здравоохранения, взаимодействие врача и пациента, заполнение специализированной

документации, основы ухода), каждое из которых способствует развитию профессионально ориентированной иноязычной коммуникативной компетенции будущих специалистов медицинского профиля. Приложение «Ada AI Doctor» используется на этапах введения и активизации терминологии в рамках темы «Заболевания и их лечение», а также способствует развитию навыков употребления лексического материала для составления истории болезни [9].

Приложения для развития навыков владения грамматическим материалом («English Grammar in Use», «Learn English Grammar», «Johnny Grammar's Word Challenge», «My Grammar Lab Course», «English Test») используются в целях самостоятельного мониторинга обучающимися уровня освоения грамматических конструкций, которые являются базой для овладения иностранным языком, и последующего выполнения тренировочных упражнений, содержащих грамматический материал, вызвавший наибольшие затруднения. Недостатком цифровых приложений для совершенствования грамматических навыков, по мнению авторов, является отсутствие исчерпывающего теоретического материала и возможности получить ответы на все возникающие вопросы. Преодолеть данные проблемы и обеспечить индивидуальный подход к объяснению языкового материала помогают непрерывное педагогическое сопровождение и консультирование.

Далее приводятся некоторые примеры типовых задач по дисциплине «Иностранный язык» для обучающихся 1-го курса лечебного факультета Оренбургского государственного медицинского университета, направленных на развитие иноязычной коммуникативной компетенции с применением цифровых приложений.

1. Дайте определение признакам и симптомам заболеваний «Insomnia», «Indigestion», «Cough», «Sneezing», «Anxiety», воспользовавшись цифровыми приложениями «Oxford Learner's Dictionary» и «Cambridge Dictionary».

2. Составьте кроссворд по теме «Diseases» в приложении «Quizlet».

3. Найдите и прослушайте три аутентичных предложения на английском языке с термином «Overstrain» в приложении «ReversoContext». Запишите их с переводом в рабочую тетрадь.

4. Найдите три актуальные новости в цифровом приложении «Internal Medicine News» и подготовьте аннотации к текстам, используя фразы-клише «As the title implies, the article deals with...»; «Much attention is given to...»; «It is spoken in detail about...»; «To sum up, ...».

5. Создайте ментальную карту по теме «Body systems and their functions», воспользовавшись приложениями «XMind», «MindManager», «MindMeister» или «FreeMind». Подготовьте монолог с опорой на созданную ментальную карту.

Заключение

Таким образом, в современных условиях глобального внедрения инновационных технологий во все сферы жизни процесс обучения невозможен без применения цифровых образовательных ресурсов на основе искусственного интеллекта. В аспекте изучения иностранного языка использование цифровых приложений имеет ряд преимуществ: интенсификация процесса обучения; индивидуальный подход к выбору интересующего иноязычного материала; повышение мотивации к обучению и эффективности самостоятельной работы. Они обладают значительным потенциалом как в расширении общего лингвистического кругозора, так и в совершенствовании профессионально ориентированной иноязычной коммуникативной компетенции. В результате данного исследования выявлены и систематизированы цифровые приложения на основе технологий искусственного интеллекта, которые могут помочь будущим специалистам медицинского профиля в совершенствовании навыков владения иностранным языком при освоении определенных видов речевой деятельности как эффективное и мотивирующее дополнение к изучению английского языка под руководством преподавателя.

Список литературы

1. Гольцова Т.А., Проценко Е.А., Живокина М.А., Павлова Ю.Е. Дидактический потенциал мобильных приложений для формирования иноязычной профессиональной коммуникативной компетенции юристов // *Современные наукоемкие технологии*. 2023. № 1. С. 117-122. DOI: 10.17513/snt.39507.
2. Исакова Д. К. Использование обучающих приложений при обучении английскому языку // *Молодой ученый*. 2021. № 21 (363). С. 391-393.
3. Свирина Г.Д., Шашок П.А. Применение технологий нейросетей в обучении // *Мировая наука*. 2018. № 6 (15). С. 297-303.
4. Ковальчук С.В., Тараненко И.А., Устинова М.Б. Применение искусственного интеллекта для обучения иностранному языку в вузе // *Современные проблемы науки и образования*. 2023. № 6. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=33000> (дата обращения: 30.04.2024). DOI: 10.17513/spno.33000.
5. Liu M.Y. Exploring the Application of Artificial Intelligence in Foreign Language Teaching: Challenges and Future Development // *SHS Web of Conferences*. 2023. Vol. 168. URL: http://www.researchgate.net/publication/370865492_Exploring_the_Application_of_Artificial_Intelligence_in_Foreign_Language_Teaching_Challenges_and_Future_Development (дата обращения: 30.04.2024). DOI: 10.1051/shsconf/202316803025.
6. Pikhart M. Intelligent Information Processing for Language Education: The Use of Artificial Intelligence in Language Learning Apps // *Procedia Computer Science*. 2020. Vol. 176. P. 1412-1419. DOI: 10.1016/j.procs.2020.09.151.
7. Назина О.В., Коровина И.А., Заболотная С.Г. Применение метода творческой визуализации информации в ходе обучения студентов медицинского вуза профессионально ориентированному иностранному языку. Оренбург: Изд-во ОрГМУ. 2019. 112 с.
8. Костюнина С.А. Роль интеллекта в изучении иностранных языков // *Вестник науки*. 2022. Т. 1. № 2 (47). С. 38-42.
9. 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.

УДК 376.4:373.2

DOI 10.17513/snt.40054

К ПРОБЛЕМЕ ПСИХОМОТОРНОГО РАЗВИТИЯ ДЕТЕЙ СТАРШЕГО ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА С РАССТРОЙСТВАМИ АУТИСТИЧЕСКОГО СПЕКТРА

Панасенко К.Е.

*ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»,
Белгород, e-mail: panasenko@bsu.edu.ru*

Цель работы – выявить и сопоставить проблемы психомоторного развития детей старшего дошкольного возраста с расстройствами аутистического спектра и нормативным развитием. В исследовании приняли участие 34 старших дошкольника с расстройствами аутистического спектра и 50 – с нормативным развитием, посещающие дошкольные образовательные организации № 8, 12, 82 г. Белгорода. Методы исследования: теоретические (анализ, обобщение); эмпирические (тесты, характеризующие уровень сформированности двигательных способностей ребенка в соответствии с возрастом: подбрасывание и ловля мяча; попадание в горизонтальную цель с расстояния 3 м; наклон вперед из положения стоя на гимнастической скамейке; бег с хода; прыжок в длину с места; подъем из положения лежа на спине; бросок набивного мяча; продолжительность бега); методы математической статистики (ϕ -критерий Фишера). Анализ результатов экспериментального исследования позволил определить показатели и проблемы психомоторного развития детей с расстройствами аутистического спектра, факторы и условия, влияющие на развитие их двигательной сферы. У дошкольников отмечались несформированность двигательных навыков, снижение показателей скоростно-силовых и силовых способностей, координации и быстроты движений. Полученные данные могут явиться основой для разработки вариативной системы физического воспитания, адаптивных программ и технологий физического воспитания и развития детей с расстройствами аутистического спектра, а также индивидуальных образовательных программ и маршрутов.

Ключевые слова: двигательная сфера, двигательные способности, психомоторное развитие, дети старшего дошкольного возраста, дети с расстройствами аутистического спектра

ON THE PROBLEM OF PSYCHOMOTOR DEVELOPMENT OF OLDER PRESCHOOL CHILDREN WITH AUTISM SPECTRUM DISORDERS

Panasenko K.E.

Belgorod National Research University, Belgorod, e-mail: panasenko@bsu.edu.ru

The aim of the work is to identify and compare the problems of psychomotor development of older preschool children with autism spectrum disorders and normative development. The study involved 34 senior preschoolers with autism spectrum disorders and 50 with normative development attending preschool educational organizations No. 8, 12, 82 in Belgorod. Research methods: theoretical (analysis, generalization); empirical (tests characterizing the level of formation of a child's motor abilities in accordance with age: throwing and catching a ball; hitting a horizontal target from a distance of 3 m; leaning forward from a standing position on a gymnastic bench; running; long jump from a place; lifting from a supine position; throwing a stuffed ball; running time); methods of mathematical statistics (ϕ -Fisher criterion). The analysis of the results of the experimental study made it possible to determine the indicators and problems of psychomotor development of children with autism spectrum disorders, factors and conditions affecting the development of their motor sphere. In preschoolers, there was a lack of formation of motor skills, a decrease in indicators of speed, strength and strength abilities, coordination and speed of movement. The data obtained can be the basis for the development of a variable system of physical education, adaptive programs and technologies for physical education and development of children with autism spectrum disorders, as well as individual educational programs and routes.

Keywords: the motor sphere, motor abilities, psychomotor development, older preschool children, children with autism spectrum disorders

Вопросы психолого-педагогического сопровождения детей с ограниченными возможностями здоровья, в том числе с расстройствами аутистического спектра (РАС), в условиях дошкольных организаций, реализующих адаптированные образовательные программы, активно обсуждаются в теории и практике специального образования. Интерес российских и зарубежных ученых и специалистов к данной области обуслов-

лен увеличением числа детей с РАС за последние годы. В целом, общая численность детей дошкольного возраста с РАС, согласно мониторингу 2021 и 2022 гг., составила более 9 000 человек [1].

Расстройства аутистического спектра рассматриваются как первичные нарушения. Это нарушения социальных отношений, вербальной и невербальной коммуникации, поведения, психомоторной сферы [2]. И это

затрудняет эффективное решение неотложных вопросов коррекционно-педагогического воздействия на психомоторную сферу.

Термины «психомоторика», «психомоторное развитие», несмотря на их значимость и актуальность на этапе дошкольного образования, не имеют однозначной трактовки и общепринятого понимания. Используются разнообразные понятия: «двигательная активность», «двигательная деятельность», «моторика», «двигательные действия», «психомоторные способности» и др. [3]. Теоретический анализ изучаемой проблемы (М.А. Безбородова, Н.А. Бернштейн, Е.П. Ильин, Т.В. Наумова, В.Д. Шадриков и др.) позволил выявить системообразующие компоненты психомоторного развития человека: силовые, скоростные, координационные, пластические, волевые способности [4-6].

Несмотря на то что психомоторные нарушения не были признаны в качестве ведущих при РАС, они, по мнению Э.В. Плакуновой, М.В. Соловьевой, являются значимыми в структуре дефекта и существенно влияют на качество жизни [6, 7].

Актуальность решения проблемы психомоторного развития детей дошкольного возраста, в том числе детей с РАС, подтверждается рядом федеральных и ведомственных документов Российской Федерации. В Федеральном законе «Об образовании в Российской Федерации» [8] и Федеральном государственном образовательном стандарте дошкольного образования [9] обозначена задача, связанная с охраной физического и психического здоровья подрастающего поколения. В Федеральной адаптированной образовательной программе дошкольного образования для обучающихся с РАС определены следующие возможные достижения к концу дошкольного образования: обучение двигательным навыкам и умениям, развитие двигательных способностей, самоконтроля и управления основными движениями и действиями, укрепление опорно-двигательного аппарата [10].

Теоретический анализ результатов исследований, проведенных О.С. Никольской, данные собственных наблюдений позволили автору выделить особенности психомоторного развития и поведения детей с РАС. При этом они дифференцированы в зависимости от уровня доступных средств активного контакта со средой и окружающими людьми, а также форм аутистической защиты и аутостимуляции [11].

Для детей первой группы (полная отрешенность от окружающего мира) характерны полевой характер поведения; бесцельность движений; активные формы ау-

тостимуляции и стереотипные движения, манипулятивные действия с предметами; изысканность основных движений; ограниченность или невозможность целенаправленных движений; слабость мышечного тонуса; ограниченные возможности воспроизведения и удержания позы, согласованных движений. Детям с РАС доступно выполнение двигательных действий по инструкции взрослого (например, пассивно принимает позу, повторяет движение). Однако моторный навык не формируется и не закрепляется в повседневной самостоятельной жизни. У детей с РАС с полной отрешенностью от окружающего мира из компенсаторных особенностей можно обозначить наличие ощущения пространства, удержание равновесия, точность и ловкость движений.

У детей второй группы (аутистическое отвержение окружающего мира) психомоторное развитие характеризуется двигательными стереотипиями, «причудливыми» движениями верхних и нижних конечностей, в том числе дополнительными взмахами рук, застываниями в нетипичных позах, напряжениями отдельных групп мышц. Типичными для данной группы являются прыжки на прямых ногах; пониженная ловкость верхней части тела; скованность, механистичность общих движений; плохая скоординированность действий рук и ног. Моторный навык у детей второй группы формируется с трудом, но прочно, и ребенок оказывается достаточно ловким в границах усвоенных двигательных навыков.

Третья группа детей с РАС (аутистическое замещение окружающего мира) имеет особенности в развитии как общей, так и мелкой моторики, такие как: нарушения тонуса мышц, недостаточная координация движений. У детей отмечаются «тяжелая» походка, напряженные и растопыренные в пространстве верхние конечности, трудности в организации произвольной двигательной деятельности. В то же время основные движения достаточно ловкие и точные, моторные стереотипии отсутствуют.

Психомоторное развитие детей с РАС четвертой группы (сверхтормозимость) характеризуется общей заторможенностью движений, их патологической скованностью, напряженностью, механистичностью и неловкостью. Моторные стереотипии у детей минимальны, не изощрены, не вычурны и проявляются только в напряженных для ребенка ситуациях [12].

Карл Гилберт и Тео Питерс связывают особенности психомоторного развития и двигательной сферы детей с РАС с дисфунк-

циями лобной доли коры головного мозга, ствола мозга и мозжечка. Они приводят к замедленности движений, монотонности поведения и деятельности, нарушению самоконтроля и саморегуляции; стимулируют проявления мышечной гипотонии [6].

Особенности психомоторного развития детей с РАС связываются и с показателями физического развития детей. Это:

1) изменение показателей массы тела, деформация опорно-двигательного аппарата, дисплазии, уменьшение объема окружности грудной клетки, показателей жизненной емкости легких [11]. В экспериментальном исследовании И.А. Бавыкиной [13] подтверждены данные о нарушениях физического развития детей с РАС, в первую очередь, они проявляются в изменении массы тела (ИМТ). У 25% детей ИМТ выше 50–85 коридора по стандартам Всемирной организации здравоохранения;

2) нарушения развития физических качеств, таких как: сила и выносливость основных групп мышц; быстрота реакции и частота движения; скорость одиночного движения; скоростно-силовые способности; гибкость и подвижность;

3) тяжелая прерывистая походка, ходьба на носках, импульсивный бег с особым ритмом, стереотипным перемежением и застыванием, с широким размахом рук;

4) трудности формирования произвольных движений и действий, нарушения их целенаправленности и координированности [6].

Экспериментальные исследования Э.В. Плаксуновой позволили отметить у детей с РАС «нарушения статической и динамической координации движений (100% случаев у детей с РАС), сенсомоторной координации движений (90% случаев у детей с РАС), реципрокной координации и пространственной организации движений (85% случаев у детей с РАС)» [6]. Нарушения психомоторного развития выявлены у детей с РАС и в исследованиях А.И. Репиной [14].

Таким образом, изучение и анализ результатов исследований психомоторного развития детей с РАС позволят специалистам сопровождения повысить качество физического воспитания и развития, преодолеть индивидуальные проблемы психомоторного развития данной категории детей. Цель исследования – выявление и сопоставление проблем психомоторного развития детей старшего дошкольного возраста с расстройствами аутистического спектра и нормативным развитием.

Материалы и методы исследования

Педагогический эксперимент проводился на базе муниципальных дошколь-

ных образовательных учреждений № 8, 12, 82 г. Белгорода. Всего в нем приняли участие 34 старших дошкольника с диагнозом «Расстройства аутистического спектра» и рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии «Обучение по адаптированной образовательной программе дошкольного образования для обучающихся с расстройствами аутистического спектра», а также 50 старших дошкольников с нормативным развитием. Учитывая тот факт, что ученые в области физического воспитания не видят достоверных отличий в физическом и моторном развитии детей дошкольного возраста и отмечают, что нормы двигательной активности для девочек и мальчиков одинаковы до 15–16 лет, при оценке двигательных способностей дошкольников 5–7 лет их не делили по гендерному признаку.

В исследовании были использованы следующие методы:

– теоретические (анализ, синтез, обобщение);

– эмпирические: для диагностики психомоторного развития детей старшего дошкольного возраста применялись тесты, которые характеризуют уровень сформированности двигательных способностей ребенка в соответствии с возрастом: подбрасывание и ловля мяча; попадание в горизонтальную цель с расстояния 3 м; наклон вперед из положения стоя на гимнастической скамейке; бег с хода; прыжок в длину с места; подъем из положения лежа на спине; бросок набивного мяча; продолжительность бега. Диагностические задания подбирались индивидуально с учетом возможностей каждого ребенка, в том числе и с РАС. За основу распределения дошкольников 5–7 лет по уровням развития двигательных способностей были взяты показатели, представленные в программе «Истоки» [15];

– методы математической статистики: ф-критерий Фишера.

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ результатов, полученных в ходе тестирования, свидетельствует о том, что только 5,88% дошкольников с РАС имели оптимальный уровень развития двигательных способностей (средний балл $24,0 \pm 0,0$), 29,41% дошкольников – достаточный уровень (средний балл $17,0 \pm 0,45$), у 64,71% детей выявлен недостаточный уровень (средний балл $11,23 \pm 0,51$). Средний балл по группе детей с расстройствами аутистического спектра составляет $13,68 \pm 0,73$ и подтверждает наличие у них недостаточного уровня психомоторного развития.

Уровень психомоторного развития детей с расстройствами аутистического спектра

№ п/п	Тесты/ Обследуемые	Уровни развития двигательных способностей у дошкольников							
		Оптимальный (3 балла)		Достаточный (2 балла)		Недостаточный (1 балл)		Среднее по группе	
		показатель M±m	%	показатель M±m	%	показатель M±m	%	показатель M±m	Балл
Двигательно-координационные способности									
1. Подбрасывание и ловля мяча (количество раз)									
1	Расстройства аутистического спектра (n=34)	39,43±0,48	20,59	23,00±0,85	41,18	13,08±0,84	38,24	22,59±1,74	1,82±0,13
2	Нормативное развитие (n=50)	40,59±0,35	27	26,77±0,86	48	13,32±0,61	25	27,14±1,09	2,02±0,07
2. Метание в горизонтальную цель (количество раз)									
1	Расстройства аутистического спектра (n=34)	3,0±0,0	8,82	1,17±0,11	35,29	0,0±0,0	55,88	0,68±0,16	1,53±0,11
2	Нормативное развитие (n=50)	3	16	1,49±0,08	41	0	43	1,09±0,11	1,73±0,07
Гибкость									
3. Наклон туловища вперед из положения стоя на гимнастической скамейке (см)									
1	Расстройства аутистического спектра (n=34)	7,0±0,71	11,76	2,77±0,34	38,24	-4,76±0,82	50	-0,50±0,88	1,6±0,12
2	Нормативное развитие (n=50)	6,53±0,29	19	2,58±0,17	43	-2,76±0,39	38	1,30±0,39	1,81±0,07
Скоростно-силовые способности									
4. Бег 10 метров с хода (сек)									
1	Расстройства аутистического спектра (n=34)	2,50±0,0	17,65	2,78±0,01	35,29	3,33±0,07	47,06	2,99±0,07	1,71±0,13
2	Нормативное развитие (n=50)	2,35±0,03	15	2,70±0,06	42	3,24±0,04	43	2,88±0,04	1,72±0,07
5. Прыжок в длину с места (см)									
1	Расстройства аутистического спектра (n=34)	103,33±0,84	17,65	92,79±0,24	41,18	80,79±1,32	41,18	89,71±1,55	1,76±0,13
2	Нормативное развитие (n=50)	109,86±1,01	14	95,88±0,38	42	86,45±0,94	44	93,69±0,87	1,70±0,07
Силовые способности									
6. Подъем туловища из положения лежа на спине (кол-во раз)									
1	Расстройства аутистического спектра (n=34)	13,0±0,0	11,76	10,20±0,11	44,12	6,27±0,41	44,12	8,79±0,46	1,68±0,12
2	Нормативное развитие (n=50)	13,94±0,21	16	10,98±0,13	43	7,10±0,20	41	9,86±0,27	1,75±0,07
7. Бросок набивного мяча (см)									
1	Расстройства аутистического спектра (n=34)	203,25±11,12	11,76	177,40±1,74	44,12	158,33±0,87	44,12	172,03±2,90	1,68±0,12
2	Нормативное развитие (n=50)	217,95±0,97	21	189,49±1,77	41	161,71±0,79	38	184,91±2,26	1,83±0,08
Выносливость									
8. Продолжительность бега в умеренном темпе (мин.)									
1	Расстройства аутистического спектра (n=34)	7,10±0,02	20,59	5,68±0,09	47,06	4,17±0,10	32,35	5,48±0,19	1,88±0,12
2	Нормативное развитие (n=50)	7,95±0,12	15	5,77±0,07	47	4,18±0,05	38	5,49±0,13	1,77±0,07
Средний балл									
Расстройства аутистического спектра (n=34)		24,0±0,0	5,88	17,0±0,45	29,41	11,23±0,51	64,71	13,68±0,73	
Нормативное развитие (n=50)		23,47±0,24	15	16,59±0,18	32	10,09±0,34	53	14,33±0,51	
p		<0,01*							

Данные диагностики уровня развития двигательных способностей у детей старшего дошкольного возраста с нормативным развитием показали преобладание достаточного (32%) (средний балл $16,59 \pm 0,18$) и недостаточного (53%) (средний балл $10,09 \pm 0,34$) уровней их развития; оптимальный уровень выявлен у 15% детей (средний балл $23,47 \pm 0,24$). Средний балл по группе составляет $14,33 \pm 0,51$ и соответствует недостаточному уровню развития двигательных способностей. Количественные результаты исследования уровня психомоторного развития детей с РАС представлены в таблице.

У дошкольников с РАС выявлены серьезные проблемы по всем показателям психомоторного развития: развитие двигательных-координационных, скоростно-силовых и силовых способностей, выносливости и гибкости.

Анализ качественных и количественных результатов выполнения тестов «Подбрасывание и ловля мяча», «Метание в горизонтальную цель с расстояния 3 м» позволил отметить, что 46,7% дошкольников с РАС имеют недостаточный уровень развития двигательных-координационных способностей. Дети продемонстрировали низкий уровень владения техникой действий с мячом, метания; нарушения согласованных движений верхних и нижних конечностей при выполнении действий с мячом, а также пространственной организации движений.

50% дошкольников с РАС при выполнении теста «Наклон туловища вперед из положения стоя на гимнастической скамейке» продемонстрировали недостаточный уровень гибкости. Они сгибали ноги в коленном суставе при наклоне вперед, не достигали носков ног.

Недостаточный уровень скоростно-силовых способностей выявлен у 44,18% детей с РАС. Выполняя тесты «Бег с хода», «Прыжок в длину с места», они демонстрировали низкую технику бега и прыжка; нарушения легкости, ритмичности бега с хода, координации и направления движения. При выполнении прыжка в длину с места у детей отмечались несогласованная работа конечностей, нарушение равновесия, скованность и его малая амплитуда.

44,12% дошкольников с РАС с недостаточным уровнем силовых способностей при выполнении тестов «Подъем туловища из положения лежа на спине», «Бросок набивного мяча» не владели техникой подъема туловища, демонстрировали трудности перехода без опоры на руки из исходного положения лежа в исходное положение сидя. Наблюдались нарушения равновесия

и навыка пространственной ориентировки, скованность и напряженность движений.

В процессе выполнения теста «Продолжительность бега в умеренном темпе» у дошкольников с РАС преобладал достаточный уровень развития выносливости (47,06%). Дети соблюдали технику выполнения бега, у них отмечался «семенящий шаг». На проблемы качества бега у детей с РАС указывало его прекращение при проявлении первых признаков утомления.

Достоверность различий в показателях уровня психомоторного развития у дошкольников с расстройствами аутистического спектра и дошкольников с нормативным развитием с помощью χ^2 -критерия Фишера обнаружена на высоком уровне статистической значимости ($p < 0,01$).

Заключение

Результаты проведенного экспериментального исследования позволили автору выявить факты недостаточного психомоторного развития детей старшего дошкольного возраста с РАС. Недостаточный уровень психомоторного развития показали 64,71% старших дошкольников с РАС. У детей отмечались стереотипные движения, сопутствующие движения, скованность движений, трудности зрительно-моторной координации, недостаточная сформированность реципрокной координации движений и пространственной организации действий, отсутствие согласованности движений отдельных звеньев тела, снижение показателей двигательных-координационных и силовых способностей, силовой выносливости мышц.

Выявленные проблемы психомоторного развития детей старшего дошкольного возраста с РАС соотносятся с данными исследований Э.В. Плаксуновой, А.И. Репиной, М.В. Соловьевой. У детей с РАС отмечаются своеобразие развития моторных функций, несформированность в соответствии с возрастом двигательных навыков, снижение показателей скоростно-силовых и силовых способностей, координации и быстроты движений. Полученные данные могут послужить основой для разработки вариативной системы физического воспитания, адаптивных программ и технологий физического воспитания и развития детей с РАС, а также индивидуальных образовательных программ и маршрутов.

Список литературы

1. Устинова Н.В., Намазова-Баранова Л.С., Басова А.Я., Солошенко М.А., Вишнева Е.А. Распространенность расстройств аутистического спектра в Российской Федерации: ретроспективное исследование // Consortium Psychiatricum. 2022. Т. 3, № 4. С. 28-37. DOI: 10.17816/CP211.

2. Хаустов А.В., Руднева Е.В. Выявление уровня социализации у детей с расстройствами аутистического спектра // Психологическая наука и образование. 2016. Т. 21. № 3. С. 16-24. DOI: 10.17759/pse. 2016210303.
3. Безбородова М.А. Научно-практические вопросы изучения психомоторных способностей младших школьников в учебной деятельности // Мир науки. Педагогика и психология. 2020. Том 8. № 6. URL: <https://mir-nauki.com/PDF/124PSMN620.pdf> (доступ свободный) (дата обращения: 10.03.2024).
4. Ильин Е.П. Психомоторная организация человека. М.: Питер, 2003. 382 с.
5. Наумова Т.В. Развитие психомоторных способностей детей дошкольного возраста в условиях информационно-образовательной среды: автореф. дис.канд. психол. наук. Саратов, 2020. 27 с.
6. Плаксунова Э.В. Особенности двигательной сферы и психомоторики детей с аутизмом // Аутизм и нарушения развития. 2008. Т.6, № 3. С. 10-12.
7. Соловьева М.В. Диагностика физического развития и подготовленности детей с расстройствами аутистического спектра // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. 2020. № 12 (90). С. 237-241. DOI: 10.34835/isnn.2308-1961.2020.12.p237-241.
8. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации». [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/902389617> (дата обращения: 21.02.2024).
9. Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 17.10.2013 г. № 1155 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта дошкольного образования». [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/499057887> (дата обращения: 21.02.2024).
10. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 24.11.2022 г. № 1022 «Об утверждении федеральной адаптированной образовательной программы дошкольного образования для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья». [Электронный ресурс]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202301270036> (дата обращения: 21.02.2024).
11. Аутизм и расстройства аутистического спектра: диагностика и коррекционная помощь / отв. ред. О.С. Никольская. М.: Юрайт, 2024. 295 с.
12. Никольская О.С., Баенская Е.Р., Либлинг М.М. Дети и подростки с аутизмом. Психологическое сопровождение. М.: Тервинф, 2005. 224 с.
13. Бавыкина И.А. Оценка длины и массы тела детей с расстройствами аутистического спектра // Аутизм и нарушения развития. 2018. Т. 16, № 2 (59). С. 42-47.
14. Репина А.И., Тимофеева И.В., Салимов М.И. Развитие моторных функций у детей с расстройством аутистического спектра // Теория и практика физической культуры. 2021. № 11. С. 62-64.
15. Волошина Л.Н., Галимская О.Г., Панасенко К.Е., Шинкарева Л.В. Критерии и показатели оценки двигательного развития дошкольников с расстройствами аутистического спектра // Научный результат. Педагогика и психология образования. 2023. Т. 9, № 1. С. 50-61. DOI: 10.18413/2313-8971-2023-9-1-0-05.

УДК 378.14:372.881.1
DOI 10.17513/snt.40055

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ИНОЯЗЫЧНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОММУНИКАЦИИ

Проценко Е.А., Смолина Л.В.

*ФГКОУ ВО «Воронежский институт Министерства внутренних дел Российской Федерации»,
Воронеж, e-mail: smolina@inbox.ru*

Статья посвящена актуальной проблеме использования инструментов на базе искусственного интеллекта в преподавании иностранного языка. Авторы сосредоточили свое внимание на обучении иноязычной профессиональной коммуникации в ведомственных вузах МВД России. Представлен обзор научной литературы по теме исследования, описаны основные преимущества и некоторые ограничения, связанные с применением технологий искусственного интеллекта в образовательном процессе. В статье изложены возможности использования чат-ботов для формирования и развития языковых навыков в разных видах речевой деятельности. Подчеркивается, что инструменты на основе искусственного интеллекта позволяют расширить педагогический инструментарий преподавателя иностранного языка. Опыт показал, что вовлечение обучающихся во взаимодействие с чат-ботами на изучаемом иностранном языке не только повышает их мотивацию и познавательную активность, но и способствует развитию коммуникативных навыков, в том числе в сфере профессиональной коммуникации. Авторы приходят к выводу, что инструменты на базе искусственного интеллекта обладают определенным потенциалом для обучения иностранному языку, однако не могут считаться универсальным средством с безграничными возможностями. Использование новейших технологий, созданных на базе искусственного интеллекта, требует продуманного подхода, учитывающего обеспечение конфиденциальности пользователей, достоверности информации, аутентичности материалов и академической честности.

Ключевые слова: обучение иностранному языку, искусственный интеллект, иноязычная профессиональная коммуникация, чат-боты, курсант МВД

POTENTIAL APPLICATIONS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES FOR TEACHING FOREIGN LANGUAGE PROFESSIONAL COMMUNICATION

Protsenko E.A., Smolina L.V.

*Voronezh Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia, Voronezh,
e-mail: smolina@inbox.ru*

The article explores the topical problem of using artificial intelligence-powered tools in teaching foreign languages. The authors focus their attention on teaching foreign language professional communication in higher educational institutions sponsored by the Ministry of Internal Affairs of Russia. An overview of the scientific literature on the research topic is presented, the main advantages and some limitations of the use of artificial intelligence technologies in the educational process are described. The article outlines the possibilities of using chatbots for the formation and development of language skills in different types of language activities. It is emphasized that artificial intelligence-based resources provide means for diversifying the pedagogical toolkit of a foreign language teacher. Experience has shown that involving students in interaction with chatbots in a foreign language not only increases their motivation and cognitive activity, but also contributes to the development of communication skills, including professional communication. The authors come to the conclusion that artificial intelligence-based tools have the potential to be used in teaching foreign languages, but cannot be considered a universal means with infinite possibilities. The use of the latest artificial intelligence-powered technologies requires a carefully considered approach that takes into account ensuring user privacy, accuracy of information, authenticity of learning materials and academic integrity.

Keywords: foreign language teaching, artificial intelligence, chatbot, foreign-language professional communication, cadet of the Ministry of Internal Affairs

Развитие навыков общения является одной из ключевых задач обучения иностранному языку. Поскольку система высшего образования нацелена на профессиональную подготовку специалистов, изучение всех дисциплин, включая иностранный язык, должно в конечном счете способствовать формированию не только коммуникативных, но и профессиональных компетенций обучающихся. По мере

внедрения цифровых технологий разнообразные инновационные инструменты, направленные на совершенствование интерактивных методов и повышение эффективности образования, стали применяться педагогами-новаторами с целью развития навыков письменного и устного общения у студентов (английский язык как иностранный). Однако по-прежнему существует множество факторов, которые потенциаль-

но могут препятствовать формированию и развитию коммуникативных компетенций обучающихся. Среди подобных факторов не последнее место занимают психологические барьеры, связанные с неуверенностью в собственных языковых навыках, отсутствие или затрудненный доступ к общению с носителями языка, ограниченные возможности по предоставлению персонализированной обратной связи.

В современных исследованиях в области методики преподавания иностранных языков в качестве решения вышеназванных проблем все чаще предлагается интеграция в процесс обучения чат-ботов [1, 2]. Зарубежные исследователи продемонстрировали положительное влияние инструментов искусственного интеллекта на повышение мотивации обучающихся [3], преодоление психологических барьеров в процессе иноязычного общения, готовности к межкультурной коммуникации [4]. Изучены возможности искусственного интеллекта в совершенствовании языковых навыков и умений, включая аудирование, устную [2] и письменную речь [5]. Хотя вышеупомянутые исследования по интеграции чат-ботов в образовательный процесс продемонстрировали многообещающие результаты, научное сообщество в целом настроено не столь оптимистично. Некоторые авторы указывают на ограниченную способность чат-ботов генерировать оригинальный контент, зависимость их работы от доступности данных и, что еще более важно, возможность предоставления недостоверных ответов [6]. Особого внимания в этой связи заслуживает этическая сторона, связанная прежде всего с проблемой утечки данных, неправомерного заимствования или нарушения авторских прав [7].

Растущий интерес и незатухающие дискуссии вокруг проблемы использования искусственного интеллекта свидетельствуют об особой актуальности данной темы в последнее время. В данной статье мы опираемся на публикации зарубежных и российских авторов, в которых освещаются различные подходы к интеграции искусственного интеллекта в процесс обучения и предлагаются инновационные стратегии их реализации [3, 6, 8]. Новизна проведенного исследования заключается в том, что акцент переносится на профессиональную подготовку обучающихся, формирование их готовности к профессиональной коммуникации на иностранном языке.

Цель данной статьи – продемонстрировать возможности использования инструментов искусственного интеллекта для развития иноязычных коммуникативных

навыков обучающихся в сфере профессиональной деятельности в образовательных организациях МВД России.

Материалы и методы исследования

В ходе работы использовались как теоретические, так и эмпирические методы исследования. Авторами был проведен теоретический анализ научно-методической литературы по проблеме применения искусственного интеллекта в обучении; обобщен практический опыт работы с различными инструментами на практических занятиях по иностранному языку разных направлений профессиональной подготовки. Были изучены и апробированы сервисы искусственного интеллекта с целью определения их функциональности и потенциала для использования преподавателями иностранного языка.

По мере развития технологий чат-боты на основе искусственного интеллекта становятся все более значимым инструментом языкового образования, повышая качество обучения посредством интерактивного общения и персонализированной поддержки [1]. Применительно к актуальному состоянию развития технологии чат-ботов выделяют две основные категории: чат-боты, основанные на поиске, и генеративные [9]. Первые выбирают ответы из существующей базы данных фрагментов разговоров, тогда как чат-боты с использованием генеративного искусственного интеллекта (GenAI) применяют методы машинного обучения для автономного создания ответов, обеспечивая более динамичный и адаптируемый диалоговый контекст [9]. Эти «интеллектуальные» механизмы позволяют современным чат-ботам адаптироваться и обрабатывать неструктурированные пользовательские данные, генерируя при этом ответы, имитирующие естественный язык.

Появление передовых инструментов на базе искусственного интеллекта, а именно ChatGPT, вызвало дебаты и дискуссии с момента его запуска в ноябре 2022 г. ChatGPT, один из самых продвинутых чат-ботов на базе искусственного интеллекта, был разработан научно-исследовательской организацией OpenAI, поддерживаемой компанией Microsoft (Ray P. P.). Развитие чат-ботов, управляемых искусственным интеллектом, основано на использовании механизмов обработки естественного языка (NLP), машинного обучения (ML) и глубокого обучения (DL) [9]. С помощью этих технологий продвинутые чат-боты могут отвечать на запросы пользователей, получая широкий доступ к обширным языковым базам данных.

Разработка компонентов GenAI позволила расширить возможности языковой подготовки и побудила исследователей задуматься об эффективности их использования в образовательном процессе. Исследователи сосредоточились на интеграции чат-ботов в обучение различным аспектам языка, включая грамматику, лексику, а также формирование навыков и умений чтения, аудирования и иноязычного письменного общения. В целом растущее количество исследований по интеграции чат-ботов отражает экспоненциальный рост разработки чат-ботов в течение последних лет, и эта тенденция подтверждается обзорными исследованиями как в сфере общего образования [10], так и в области изучения языка в частности [6].

Результаты исследования и их обсуждение

Внедрение инновационных технологий все больше привлекает внимание преподавателей иностранных языков, отмечая потенциал инструментов искусственного интеллекта для развития иноязычных коммуникативных навыков. Многочисленные исследования отмечают преимущества чат-ботов на базе искусственного интеллекта, которые включают в себя предоставление немедленной обратной связи, возможности разговорной практики, персонализации обучения, разъяснения учебного материала в соответствии с текущими потребностями или пробелами в знаниях [1, 4]. Рассмотрим возможности использования инструментов искусственного интеллекта для формирования профессионального компонента иноязычной коммуникативной компетенции обучающихся.

Наиболее очевидны преимущества инструментов искусственного интеллекта для обогащения словарного запаса обучающихся, закрепления лексических и грамматических навыков. Сервисы искусственного интеллекта могут снабдить преподавателя широким спектром словарей, идиом и разговорных выражений, предлагая обширный материал для создания тренировочных упражнений, понимания контекстуального использования изученных лексических единиц и разработки потенциальных сценариев общения в рамках изучаемой темы. Помимо этого, инструменты генеративного искусственного интеллекта с возможностью ввода текстовых подсказок способны по запросу предлагать дополнительные вопросы для проверки понимания и правильности ответов обучающихся.

При правильном использовании ChatGPT может стать интересным инструментом для

организации языковых игр. Например, преподаватель может использовать инструменты GenAI для игры «Угадай предмет/слово», для развития лингвистических компетенций обучающихся, таких как автоматизация изученных лексических единиц, построение предложений, кратких устных и письменных высказываний. Например, можно предложить обучающимся создать ассоциативные карты из слов, предложенных ИИ по указанной теме; определить термин по предложенной дефиниции или, наоборот, описать какой-либо объект профессиональной деятельности на иностранном языке так, чтобы ChatGPT определил этот объект. Пример запроса: «Let's try Describe and Guess game. What crime is defined as an act of stealing? (Theft)».

Чат-боты являются незаменимым помощником преподавателя иностранного языка при решении проблемы поиска необходимых учебных материалов. В случае ведомственных образовательных организаций эта проблема имеет особое значение, поскольку аутентичные учебники английского языка для сотрудников правоохранительных органов единичны и не всегда соответствуют профессиональным реалиям нашей страны. Что касается инструментов на базе искусственного интеллекта, они позволяют преподавателю значительно экономить время и усилия, выбирая из огромного количества открытых источников наиболее актуальные и релевантные. Не будет лишним напомнить, что применение подобных профессионально ориентированных материалов в учебных целях не должно тем не менее нарушать авторских прав. Кроме того, преподавателю стоит оценить предложенные материалы не только с этической точки зрения, но и профессиональной значимости.

Следует отметить, что аутентичные юридические тексты на английском языке представляют значительные трудности для понимания в силу сложности языка права, с одной стороны, и отсутствия у курсантов младших курсов глубоких знаний в специальных дисциплинах, с другой. Зачастую уровень владения иностранным языком обучающихся может оказаться недостаточным для понимания сложных языковых структур (например, глагольных времен, инфинитивных конструкций и причастных оборотов) в аутентичных юридических текстах. В подобных случаях можно использовать алгоритмы ChatGPT для создания адаптированных профессионально ориентированных текстов, упрощения языкового наполнения текста без потери содержания, а также для подготовки вопросов и дополнительных пояснений в случае необходимости. При-

мер запроса в чате: “Can you revise the following extract of the scientific article for language learners who don’t understand complicated professional terms?” Таким образом, ChatGPT может регулировать сложность образовательного контента, позволяя преподавателю дифференцировать учебные материалы в соответствии с уровнем языковой подготовки обучающихся.

Еще более значимыми, с нашей точки зрения, являются возможности искусственного интеллекта для развития иноязычной профессиональной компетенции обучающихся. В частности, ChatGPT можно использовать для моделирования различных диалогов и ситуаций, в том числе в сфере профессиональной деятельности. Алгоритмы ChatGPT способны предоставить изучающим английский язык возможность практики разговорной речи в захватывающей и увлекательной манере. Обучающийся может запросить рекомендации чат-бота по коррекции словоупотребления и/или грамматических структур, смоделировать свое участие в профессионально ориентированной коммуникации, отправив, например, следующий запрос: “Let’s role-play a conversation between a police officer and an offender. I’ll be a police officer and you’ll be an offender. You start”. В ходе подобной условной профессиональной коммуникации с использованием ресурсов генеративного искусственного интеллекта (GenAI) с возможностью ввода текстовых подсказок можно познакомить обучающихся с различными жанрами общения (формальными и неформальными) на основе сценариев, которые также помогут закрепить вновь приобретенные языковые навыки. В качестве примера можно привести ролевые игры в форме взаимодействия с коллегами, вызов сотрудника полиции в экстренной ситуации, собеседование при приеме на работу и т.п.

Еще одним перспективным направлением интеграции GenAI в процесс обучения иностранному языку считается использование таких платформ, как ChatGPT-3, в качестве «наставника» с поддержкой ИИ. Существуют исследования, демонстрирующие возможности чат-ботов в обеспечении оперативной обратной связи по письменным работам учащихся, выявлении ошибок и предложений по их исправлению [4]. Думается, инструменты на базе искусственного интеллекта могут использоваться преподавателем для создания некоторых образцов письменных текстов. Однако несмотря на очевидный прогресс в развитии генеративных моделей, мы не считаем целесообразным применять на занятиях тексты, созданные искусственным интеллектом. Исключе-

нием могут быть случаи анализа вышеупомянутых текстов в разных учебных целях, таких как определение маркеров формального или неформального стиля речи; выявление клише, характерных для определенного типа документов; перефразирование отдельных предложений с привлечением изучаемого лексического или грамматического материала и т.д.

Заключение

Подводя итог, можно сказать, что описанные возможности ChatGPT свидетельствуют о достаточно широком потенциале инструментов на основе искусственного интеллекта для формирования иноязычной профессиональной компетенции обучающихся. При этическом и профессионально грамотном использовании сервисы искусственного интеллекта могут расширить педагогический инструментарий преподавателя иностранного языка. Потенциал искусственного интеллекта можно эффективно использовать как в ходе подготовки к занятиям, так и применять непосредственно на практических занятиях. Вовлечение обучающихся во взаимодействие с чат-ботами на изучаемом иностранном языке не только повышает их мотивацию и познавательную активность, но и способствует развитию коммуникативных навыков, в том числе в сфере профессиональной коммуникации.

С другой стороны, рассмотрев потенциал использования инструментов на базе искусственного интеллекта для формирования межкультурной профессиональной коммуникации, нельзя не отметить некоторых ограничений. Предлагаемый контент можно отнести скорее к разговорной речи, чем к профессиональной коммуникации полицейских. Генерируемые диалоги можно применять на занятиях по иностранному языку в качестве тренировочных, в то время как чат-боту не всегда удается упростить языковое наполнение юридических текстов при их адаптации. Таким образом, инструменты на базе искусственного интеллекта обладают определенным потенциалом для обучения иностранным языкам, однако не могут считаться универсальным средством с безграничными возможностями. Думается, что никакие чат-боты не смогут заменить человеческое общение и реальное межкультурное взаимодействие, однако их можно и нужно использовать для создания симулятивных упражнений и моделирования ситуаций профессионального общения.

Изучая вопрос интеграции ChatGPT в языковое образование, мы пришли к вы-

воду, что использование новейших технологий, созданных на базе искусственного интеллекта, требует продуманного подхода, учитывающего обеспечение конфиденциальности пользователей, достоверности информации, аутентичности материалов и академической честности. Принимая во внимание указанные ограничения, преподаватели и разработчики могут максимизировать преимущества инструментов изучения языка на базе искусственного интеллекта, минимизируя при этом их потенциальные риски. Мы полагаем, что не следует игнорировать новые технологии и достижения научно-технического прогресса, тем более те, которыми интересуются и все больше увлекаются сами обучающиеся. Наоборот, можно и нужно сделать инструменты на базе искусственного интеллекта помощником преподавателя, возможности которого будут направлены на достижение поставленной цели формирования профессиональной компетенции специалистов.

Список литературы

1. Fryer L.K., Nakao K., Thompson A. Chatbot learning partners: Connecting learning experiences, interest and competence // *Computers in Human Behavior*. 2019. Vol. 93. P. 279–289.
2. 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.
3. Тощая И.В., Недоспасова Л.А. Образовательный потенциал чат-ботов в изучении иностранных языков: социолингвистический, дидактический и коммуникативный аспекты // *Концепт*. 2023. № 6. С. 14–27.
4. Ayedoun E., Hayashi Y., Seta K. A Conversational Agent to Encourage Willingness to Communicate in the Context of English as a Foreign Language // *Procedia Computer Science*. 2015. Vol. 60 (1). P. 1433–1442.
5. Zadorozhnyy A., Lai W. ChatGPT and L2 Written Communication: A Game-Changer or Just Another Tool? // *Languages*. 2023. Vol. 9 (1). URL: https://www.researchgate.net/publication/376700790_ChatGPT_and_L2_Written_Communication_A_Game-Changer_or_Just_Another_Tool (дата обращения: 12.03.2024).
6. Huang X., Zou D., Cheng G., Chen X., Xie H. Trends, Research Issues and Applications of Artificial Intelligence in Language Education // *Educational Technology & Society*. 2023. Vol. 26 (1). P. 112–131.
7. Сысоев П.В. Этика и ИИ-плагиат в академической среде: понимание студентами вопросов соблюдения авторской этики и проблемы плагиата в процессе взаимодействия с генеративным искусственным интеллектом // *Высшее образование в России*. 2024. Т. 33, № 2. С. 31–53. DOI: 10.31992/0869-3617-2024-33-2-31-53.
8. Лавриненко И.Ю. Использование чат-ботов GPT в процессе обучения английскому языку в неязыковом вузе: теоретический аспект // *Вестник Сибирского института бизнеса и информационных технологий*. 2023. Т. 12, № 2. С. 18–25. DOI: 10.24412/2225-8264-2023-2-18-25.
9. Ray P.P. ChatGPT: A Comprehensive Review on Background, Applications, Key Challenges, Bias, Ethics, Limitations and Future Scope // *Internet of Things and Cyber-Physical Systems*. 2023. Vol. 3. P. 121–154.
10. Okonkwo Ch.W., Abejide A.-I. Chatbots Applications in Education: A Systematic Review // *Computers and Education: Artificial Intelligence*. 2021. Vol. 2(2). URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666920X21000278> (дата обращения: 11.03.2024).