



ИД «Академия Естествознания»

**СОВРЕМЕННЫЕ
НАУКОЕМКИЕ
ТЕХНОЛОГИИ**

Научный журнал

№ 3 2025



**MODERN
HIGH
TECHNOLOGIES**

Scientific journal

No. 3 2025



PH Academy of Natural History

Современные наукоемкие технологии

Научный журнал

Журнал издается с 2003 года.

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

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

Журнал включен в действующий Перечень рецензируемых научных изданий (**ВАК РФ**). **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., доцент, 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. Марис 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

31.03.2025

Дата выхода номера

30.04.2025

Формат

60x90 1/8

Усл. печ. л.

19,5

Тираж

1000 экз.

Заказ

СНТ 2025/3

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. Belozarov (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. Zavrazhnov (Michurinsk); D.Sc., Docent O.I. Zagrevsky (Tomsk); D.Sc., Prof. Izhutkin V.S. (Moscow); D.Sc., Docent Kibalchenko I.A. (Taganrog); D.Sc., Prof. Klemantovich I.P. (Moscow); D.Sc., Prof. Kozlov O.A. (Moscow); D.Sc., Prof. A.M. Kozlov (Lipetsk); D.Sc., Prof. Kuzlyakina V.V. (Vladivostok); D.Sc., Docent Kuzyakov O.N. (Tyumen); D.Sc., Prof. Kulikovskaya I.E. (Rostov-on-Don); D.Sc., Prof. E.A. Lavrov (Sumi); D.Sc., Docent D.V. Lande (Kiev); D.Sc., Prof. L.B. Leontiev (Vladivostok); D.Sc., Docent V.A. Lomazov (Belgorod); D.Sc., Prof. L.S. Lomakina (Nizhny Novgorod); D.Sc., Prof. V.F. Lubentsov (Krasnodar); D.Sc., Prof. A.G. Madera (Moscow); D.Sc., Prof. V.F. Makarov (Perm); D.Sc., Prof. K.K. Markov (Irkutsk); D.Sc., Prof. V.I. Matis (Barnaul); D.Sc., Prof. A.I. Melnikov (Irkutsk); D.Sc., Prof. G.J. Mikerova (Krasnodar); D.Sc., Prof. L.V. Moiseeva (Ekaterinburg); D.Sc., Prof. T.I. Murashkina (Penza); D.Sc., Prof. V.K. Musaev (Moscow); D.Sc., Prof. E.N. Nadezhdin (Tula); D.Sc., Prof. E.G. Nikonov (Dubna); D.Sc., Prof. V.A. Nosenko (Volgograd); D.Sc., Prof. G.S. Osipov (Yuzhno-Sakhalinsk); D.Sc., Prof. R.Z. Pen (Krasnoyarsk); D.Sc., Prof. M.N. Petrov (Krasnoyarsk); D.Sc., Prof. I.Y. Petrova (Astrakhan); D.Sc., Prof. Piven V.V. (Tyumen); D.Sc., Prof. Potyshnyak E.N. (Kharkov); D.Sc., Prof. Puzryakov A.F. (Moscow); D.Sc., Prof. Rakhimbaeva I.E. (Saratov); D.Sc., Prof. Rezanovich I.V. (Chelyabinsk); D.Sc., Prof. A.F. Rogachev (Volgograd); D.Sc., Prof. Sikhimbaev M.R. (Karaganda); D.Sc., Prof. Skrypnik O.N. (Irkutsk); D.Sc., Prof. Sobyanin F.I. (Belgorod); D.Sc., Prof. Strabykin D.A. (Kirov); D.Sc., Prof. Sugak E.V. (Krasnoyarsk); D.Sc., Prof. N.G. Taktarov (Saransk); D.Sc., Docent A.V. Tutolmin (Glazov); D.Sc., Prof. U.U. Umbetov (Kyzylorda); D.Sc., Prof. Fesenko Y.A. (St. Petersburg); D.Sc., Prof. Khoda L.D. (Neryungri); D.Sc., Prof. Chasovskikh V.P. (Ekaterinburg); D.Sc., Prof. Chentsov S.V. (Krasnoyarsk); D.Sc., Prof. 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	31.03.2025	Number issue date	30.04.2025
Format	60x90 1/8	Conditionally printed sheets	19,5
Circulation	1000 copies	Order	CHT 2025/3

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

ПЕРЕДОВОЙ ПОДХОД К РАСПРЕДЕЛЕННЫМ СИСТЕМАМ: ДИНАМИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ И ЭФФЕКТИВНАЯ ОБРАБОТКА БОЛЬШИХ ДАННЫХ <i>Батанов А.О., Литвинова А.С.</i> 8	8
ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ И МИКРОТВЕРДОСТИ ВАЛОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ОБРАБОТКИ НА ОСНОВЕ ПОВЕРХНОСТНО-ПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ В ПЕРЕМЕННОМ МАГНИТНОМ ПОЛЕ <i>Бурлаченко О.В., Фоменко Н.А., Ляшенко А.А., Рисунов А.Р.</i> 14	14
ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛЕЙ ПОДСИСТЕМЫ ПРЕДИКТИВНОЙ АНАЛИТИКИ ПРИ АВТОМАТИЗИРОВАННОМ УПРАВЛЕНИИ ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКОЙ ГОРНО-ОБРАБАТЫВАЮЩЕГО КОМБИНАТА <i>Ивацук О.А., Гзогян С.Р., Гончаров Д.В., Маматов А.В.</i> 20	20
ОПТИМИЗАЦИЯ ГЕОМЕТРИИ ВХОДНОГО СОПЛА ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГАЗОДИНАМИЧЕСКОЙ СТРАТИФИКАЦИИ В ТРУБЕ ЛЕОНТЬЕВА <i>Ковальногов В.Н., Рудник Р.С., Матвеев А.Ф., Азылов Т.З.</i> 31	31
РАЗРАБОТКА ЧЕЛОВЕКО-МАШИННЫХ ИНТЕРФЕЙСОВ ДЛЯ СИСТЕМ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА РАДИОСИГНАЛОВ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ <i>Нурулин Ю.Р., Скворцова И.В., Нурулин М.Ю., Наумов А.С.</i> 40	40
ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ ЧЕЛОВЕКА И ЛИЧНОСТИ В ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ <i>Тархов С.В., Тархова Л.М., Назарова Ю.Р.</i> 47	47
СИНТЕЗ СТРУКТУРЫ СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИТУАЦИЙ В БЕРЕЖЛИВОМ ПРОИЗВОДСТВЕ <i>Трипкош В.А., Акимов С.С.</i> 53	53
КОМПЛЕКС АВТОМАТИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ АГЕНТОВ НА ОСНОВЕ ИЕРАРХИЧЕСКИХ КОНЕЧНЫХ АВТОМАТОВ <i>Чекан М.А.</i> 59	59

НАУЧНЫЙ ОБЗОР

ЭФФЕКТИВНЫЕ КВАНТОВЫЕ АЛГОРИТМЫ ДЛЯ КВАНТОВОГО ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ <i>Тырышкин С.Ю.</i> 66	66
--	----

Педагогические науки (5.8.1, 5.8.2, 5.8.3, 5.8.7)

СТАТЬИ

СУЩНОСТЬ И СОДЕРЖАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ ТВОРЧЕСКОЙ ИНДИВИДУАЛЬНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ В УСЛОВИЯХ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ <i>Бараксанова Е.А., Никифорова Е.П., Максимова Э.А.</i> 73	73
--	----

ИССЛЕДОВАНИЕ СФОРМИРОВАННОСТИ ДИАЛОГИЧЕСКОЙ РЕЧИ У ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА С ОБЩИМ НЕДОРАЗВИТИЕМ РЕЧИ <i>Барцаева Е.В.</i>	79
КОНЦЕПЦИЯ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ТРАНСФОРМАЦИИ ОПЫТА ЭМОЦИОНАЛЬНО-ЦЕННОСТНЫХ ОТНОШЕНИЙ БУДУЩИХ ПЕДАГОГОВ <i>Васина О.Н.</i>	85
ХАРАКТЕРИСТИКА ВЕРБАЛЬНОЙ И ОБРАЗНОЙ РЕПРЕЗЕНТАЦИИ ЗНАНИЙ И ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О РАСТИТЕЛЬНОМ МИРЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫМИ НАРУШЕНИЯМИ <i>Данилова А.М., Подвальная Е.В.</i>	90
ВОРКШОП КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ ФОРМАТ ДЛЯ РАЗВИТИЯ МЯГКИХ НАВЫКОВ У СТУДЕНТОВ ВУЗОВ <i>Емельянова Э.Л.</i>	102
ОБНОВЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ПЕРЕХОДА К СТАНДАРТАМ ЧЕТВЕРТОГО ПОКОЛЕНИЯ <i>Красина И.В., Парсанов А.С., Антонова М.В., Ибатуллина А.Р.</i>	108
ЭКСКУРСИОННЫЕ СООБЩЕНИЯ НА ИНОСТРАННОМ ЯЗЫКЕ КАК СРЕДСТВО РАЗВИТИЯ ЛИНГВОСТРАНОВЕДЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНЦИИ <i>Левина Е.А., Сергеева Н.С.</i>	113
ПОТЕНЦИАЛ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛИКОДОВЫХ ТЕКСТОВ В ЛОГОПЕДИЧЕСКОЙ РАБОТЕ ПО КОРРЕКЦИИ НЕДОСТАТКОВ СВЯЗНЫХ ВЫСКАЗЫВАНИЙ У ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА С ОБЩИМ НЕДОРАЗВИТИЕМ РЕЧИ <i>Паршенкова Е.Н., Ташина Т.М.</i>	119
СПЕЦИАЛЬНОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАК СРЕДСТВО ФОРМИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ СТУДЕНТОВ-МУЗЫКАНТОВ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ <i>Савельева И.П., Хазеева И.Н., Швецова О.Ю., Пицына А.А., Фархутдинова С.Г.</i>	124
ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ИНКЛЮЗИВНОМ ОБРАЗОВАНИИ ШКОЛ ГОРОДА ЕКАТЕРИНБУРГА <i>Сулимин В.В., Шведов В.В.</i>	132
ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИММЕРСИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В КОНТЕКСТЕ ПРЕДПРОФИЛЬНОЙ И ПРОФИЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО МАТЕМАТИКЕ <i>Ульянова И.В., Лукьянова Т.А., Русяева А.С.</i>	139
НАУЧНЫЙ ОБЗОР	
МЕТОДОЛОГИЯ ПОДГОТОВКИ НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ: ДИАЛЕКТИКА РАЗВИТИЯ <i>Резер Т.М., Гриник М.Г., Шемятихина Л.Ю.</i>	144

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

ADVANCED APPROACH TO DISTRIBUTED SYSTEMS: DYNAMIC ALGORITHMS AND EFFICIENT PROCESSING OF BIG DATA <i>Batanov A.O., Litvinova A.S.</i>	8
THE INVESTIGATION OF SHAFTS WEAR RESISTANCE AND MICROHARDNESS DEPENDING ON TECHNOLOGICAL PROCESSING MODES BASED ON SURFACE PLASTIC DEFORMATION IN AN ALTERNATING MAGNETIC FIELD <i>Burlachenko O.V., Fomenko N.A., Lyashenko A.A., Risunov A.R.</i>	14
CREATING MODELS OF PREDICTIVE ANALYTICS SUBSYSTEM AT AUTOMATED CONTROL OF THE ENRICHMENT FACTORY OF A MINING AND PROCESSING COMPLEX <i>Ivashchuk O.A., Gzogyan S.R., Goncharov D.V., Mamatov A.V.</i>	20
OPTIMIZATION OF INLET NOZZLE GEOMETRY TO ENHANCE THE EFFICIENCY OF GAS-DYNAMIC STRATIFICATION IN THE LEONTIEV TUBE <i>Kovalnogov V.N., Rudnik R.S., Matveev A.F., Azylov T.Z.</i>	31
DEVELOPMENT OF HUMAN-MACHINE INTERFACES FOR REAL-TIME RADIO SIGNALS SPECTRAL ANALYSIS SYSTEMS <i>Nurulin Yu.R., Skvortsova I.V., Nurulin M.Yu., Naumov A.S.</i>	40
HUMAN DIGITAL TWIN AND PERSONALITY DIGITAL TWIN IN ORGANIZATIONAL SYSTEMS <i>Tarkhov S.V., Tarkhova L.M., Nazarova Yu.R.</i>	47
SYNTHESIS OF THE STRUCTURE OF A SYSTEM FOR RECOGNITION OF PRODUCTION SITUATIONS IN LEAN MANUFACTURING <i>Tripkosh V.A., Akimov S.S.</i>	53
AUTOMATIC AGENT DESIGN SYSTEM BASED ON HIERARCHICAL FINITE AUTOMATA <i>Chekan M.A.</i>	59

REVIEW

EFFICIENT QUANTUM ALGORITHMS FOR QUANTUM OPTIMAL CONTROL <i>Tyryshkin S.Yu.</i>	66
--	----

Pedagogical sciences (5.8.1, 5.8.2, 5.8.3, 5.8.7)

ARTICLES

ESSENCE AND CONTENT OF FORMATION OF CREATIVE INDIVIDUALITY OF STUDENTS IN CONDITIONS OF ADDITIONAL EDUCATION <i>Barakhsanova E.A., Nikiforova E.P., Maksimova E.A.</i>	73
---	----

A STUDY OF THE FORMATION OF DIALOGICAL SPEECH IN PRESCHOOL CHILDREN WITH GENERAL SPEECH UNDERDEVELOPMENT <i>Barcaeva E.V.</i>	79
THE CONCEPT OF PEDAGOGICAL SUPPORT TRANSFORMATIONS OF THE EXPERIENCE OF EMOTIONAL AND VALUE RELATIONS OF FUTURE TEACHERS <i>Vasina O.N.</i>	85
CHARACTERISTIC OF VERBAL AND FIGURATIVE REPRESENTATION OF KNOWLEDGE AND IDEAS ABOUT THE PLANT WORLD OF STUDENTS WITH INTELLECTUAL DISABILITIES <i>Danilova A.M., Podvalnaya E.V.</i>	90
WORKSHOP AS AN EFFECTIVE FORMAT FOR DEVELOPING SOFT SKILLS IN UNIVERSITY STUDENTS <i>Emelyanova E.L.</i>	102
UPDATING THE CONTENT OF HIGHER EDUCATION IN THE CONDITIONS OF THE TRANSITION TO FOURTH GENERATION STANDARDS <i>Krasina I.V., Parsanov A.S., Antonova M.V., Ibatullina A.R.</i>	108
EXCURSION TEXTS IN A FOREIGN LANGUAGE AS A MEANS OF DEVELOPING LINGUISTIC AND CULTURAL COMPETENCE <i>Levina E.A., Sergeeva N.S.</i>	113
THE POTENTIAL OF USING POLYCODE TEXTS IN SPEECH THERAPY TO CORRECT DISORDERS OF COHERENT UTTERANCES IN PRESCHOOL CHILDREN WITH GENERAL SPEECH UNDERDEVELOPMENT <i>Parshenkova E.N., Tashina T.M.</i>	119
THE ROLE OF SPECIAL SOFTWARE IN THE PROCESS OF FORMING THE INFORMATION AND COMMUNICATION COMPETENCE OF MUSIC STUDENTS: PROBLEMS AND PROSPECTS <i>Saveleva I.P., Khazeeva I.N., Shvetsova O.Yu., Pitsyna A.A., Farkhutdinova S.G.</i>	124
POSSIBILITIES OF USING DIGITAL TECHNOLOGIES IN INCLUSIVE EDUCATION IN SCHOOLS OF THE CITY OF EKATERINBURG <i>Sulimin V.V., Shvedov V.V.</i>	132
PROSPECTS FOR USING IMMERSIVE TECHNOLOGIES IN THE CONTEXT OF PRE-PROFILE AND PROFILE TRAINING OF STUDENTS IN MATHEMATICS <i>Ulyanova I.V., Lukyanova T.A., Rusyaeva A.S.</i>	139
REVIEW	
METHODOLOGY OF TRAINING HIGHLY QUALIFIED SCIENTIFIC AND PEDAGOGICAL PERSONNEL: DIALECTICS OF DEVELOPMENT <i>Rezer T.M., Grinik M.G., Shemyatikhina L.Yu.</i>	144

СТАТЬИ

УДК 004.421

DOI 10.17513/snt.40317

**ПЕРЕДОВОЙ ПОДХОД К РАСПРЕДЕЛЕННЫМ СИСТЕМАМ:
ДИНАМИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ
И ЭФФЕКТИВНАЯ ОБРАБОТКА БОЛЬШИХ ДАННЫХ****Батанов А.О., Литвинова А.С.***ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет», Москва,**e-mail: arseny.batanov@yandex.ru, litvinova_a@mirea.ru*

Стремительный рост объемов данных обуславливает необходимость разработки эффективных алгоритмов и технологий для их обработки в распределенных системах. Целью исследования является усовершенствование существующих алгоритмов обработки и распределения данных, учитывая текущую нагрузку на систему и общую загруженность. Анализ существующих методов обработки больших данных, таких как MapReduce, сегментирование и консистентное хеширование, подчеркивают важность развития адаптивных систем для обработки больших данных. Предложенная формула, включающая динамический коэффициент, позволяет значительно повысить производительность, масштабируемость и отказоустойчивость распределенных систем. Результаты моделирования демонстрируют, что предложенный подход позволяет достичь более эффективного использования ресурсов и предотвращает перегрузку отдельных узлов по сравнению с традиционными методами. На основе проведенного сравнительного анализа обоснована практическая применимость разработанной методики в широком спектре распределенных систем. Заключение подчеркивает стратегическую значимость развития адаптивных систем для обработки больших данных и интеграции современных технологий, таких как искусственный интеллект и машинное обучение. Предложенные усовершенствования открывают перспективы для дальнейших исследований и разработки более мощных и гибких распределенных систем, способных эффективно справляться с возрастающими требованиями современной цифровой среды.

Ключевые слова: распределенные системы, консистентное хеширование, масштабируемость, MapReduce, балансировка нагрузки, сегментирование

**ADVANCED APPROACH TO DISTRIBUTED SYSTEMS:
DYNAMIC ALGORITHMS AND EFFICIENT PROCESSING OF BIG DATA****Batanov A.O., Litvinova A.S.***MIREA – Russian Technological University, Moscow,**e-mail: arseny.batanov@yandex.ru, litvinova_a@mirea.ru*

Rapid growth in data volumes necessitates the development of efficient algorithms and technologies for processing them in distributed systems. The aim of the research is to improve existing data processing and distribution algorithms by taking into account the current system load and overall congestion. The analysis of existing big data processing methods, such as MapReduce, Sharding, and Consistent Hashing, underlines the importance of developing adaptive systems for big data processing. The proposed formula, incorporating a dynamic coefficient, significantly enhances the performance, scalability, and fault tolerance of distributed systems. Modeling results demonstrate that the proposed approach achieves more efficient resource utilization and prevents the overloading of individual nodes compared to traditional methods. Based on a comparative analysis, the practical applicability of the developed methodology in a wide range of distributed systems is substantiated. The conclusion emphasizes the strategic significance of developing adaptive systems for big data processing and integrating modern technologies, such as artificial intelligence and machine learning. The proposed improvements open up prospects for further research and the development of more powerful and flexible distributed systems capable of effectively coping with the growing demands of the modern digital environment.

Keywords: distributed systems, consistent hashing, load balancing, scalability, mapreduce, adaptive algorithms, sharding, fault tolerance

Введение

Устойчивый рост объемов генерируемых данных продолжает сохранять внимание научного и инженерного сообществ к разработке более эффективных методов их обработки и глубокого анализа. Существующие алгоритмы и методы, такие как MapReduce (программная модель, разработанная для обработки больших объемов данных), Sharding (подход к разделению и распределению данных по множеству

серверов или баз данных) и консистентное хеширование (алгоритм, предназначенный для распределенных систем, который обеспечивает равномерное распределение данных через кластер узлов с минимальными перераспределениями при добавлении или удалении узлов), хотя и демонстрируют достаточный уровень эффективности и возможностей применения, имеют ряд ограничений, связанных с масштабируемостью, производительностью и устойчивостью к

отказам. В распределительных системах, где особенно важно обеспечить распределение нагрузки и данных между узлами, такие ограничения создают острую необходимость в создании более эффективного метода. Стандартные подходы могут приводить к неравномерному распределению, что увеличивает риск перегрузок и снижает общую производительность системы. В эпоху больших данных эффективное распределение и обработка информации становятся важными вехами для функционирования распределенных систем. Традиционные алгоритмы демонстрируют ограничения по масштабируемости, производительности и балансировке нагрузки. Проблема заключается в необходимости разработки усовершенствованных алгоритмов, способных обеспечить более эффективное распределение данных, с учетом динамических условий эксплуатации систем.

Цель исследования – усовершенствование существующих алгоритмов обработки и распределения данных, учитывая текущую нагрузку на систему и общую загруженность для обеспечения более равномерного распределения ресурсов, повышения производительности и масштабируемости распределенных систем, снижения задержки и увеличения их общей устойчивости к отказам.

Материалы и методы исследования

В данном разделе внимание направлено на детальное рассмотрение технологий, стоящих в авангарде обработки больших данных, таких как MapReduce, сегментирование (англ. sharding), и консистентное хеширование. Осмысление их роли и ограничений в современных распределенных системах позволит выявить зоны потенциальных улучшений.

MapReduce – это программная модель, предназначенная для эффективной обработки больших объемов данных [1]. Основные фазы алгоритма – Map (отображение) и Reduce (сведение) – позволяют параллельно обрабатывать данные, значительно ускоряя процесс [1].

Функция Map – принимает на вход пары ключ-значение (k, v) и обрабатывает их, возвращая список промежуточных пар ключ-значение (k', v') [2]. Формулу функции Map можно представить так:

$$\text{Map}(k, v) \rightarrow [(k'_1, v'_1), (k'_2, v'_2), \dots, (k'_n, v'_n)]. \quad (1)$$

Функция Reduce – принимает на вход ключ k и список значений $[v]$, связанных с этим ключом, и агрегирует эти значения, возвращая результат в виде списка

значений $[v']$ [2]. Формулу функции Reduce можно изобразить так:

$$\text{Reduce}(k, [v']) \rightarrow [v'_1, v'_2, \dots, v'_m]. \quad (2)$$

Основные ограничения связаны с высокой задержкой обработки задач, ограниченной интерактивностью и неэффективностью при вычислениях [3]. Усовершенствование MapReduce включает оптимизацию фазы Map для сокращения времени обработки и улучшение фазы Reduce для более эффективной агрегации данных. Использование машинного обучения для предварительного анализа паттернов данных может дополнительно ускорить обработку.

Сегментирование (сегментирование базы данных) – методика горизонтального разделения данных на несколько сегментов («шардов»), каждый из которых хранится в отдельной таблице или базе данных. Этот процесс позволяет распределить данные и нагрузку по множеству серверов, улучшая таким образом производительность и масштабируемость системы. Основная цель сегментирования – обеспечить равномерное распределение данных и оптимизировать скорость доступа к ним [4]. Формула для определения целевого шарда конкретной записи выглядит следующим образом:

$$\text{Shard} = \text{hash}(\text{key}) \bmod n, \quad (3)$$

где $\text{hash}(\text{key})$ – хеш-функция, применяемая к ключу записи, (n) – общее количество доступных шардов.

Основные ограничения связаны с проблемами перераспределения данных при изменении количества шардов, с балансировкой нагрузки и сложностью масштабирования. Возможное усовершенствование сегментирования может быть связано с внедрением искусственного интеллекта и методов машинного обучения для балансировки нагрузки (прогнозирование нагрузки и адаптация в режиме реального времени), оптимизации хеширования (определение «горячих точек» нагрузки шардов) и динамического масштабирования (изменение количества шардов) [5].

Консистентное хеширование является фундаментальным механизмом в проектировании распределенных систем, способствующим улучшению балансировки нагрузки и уменьшению колебаний при динамических изменениях в кластере [6]. Основная идея этого подхода заключается в создании равномерно распределенного хеш-пространства, где каждый узел и каждый элемент данных имеют свой хеш, определяющий их позицию в кольце хеширования [7]. Виртуальные узлы позволяют од-

ному физическому узлу представлять собой несколько узлов в хеш-пространстве, что облегчает балансировку нагрузки между узлами. Благодаря этому, добавление или удаление узлов в системе приводит к минимальному количеству перемещений данных, что существенно уменьшает накладные расходы и повышает стабильность системы в условиях динамических изменений.

Формула, включающая коэффициент C , зависящий от текущей нагрузки системы, и общую нагрузку ($total_load$), позволяет оптимально распределить данные между

$$C = \alpha \left(\frac{L_{cpu,ideal}}{L_{cpu}} \right) + \beta \left(\frac{L_{ram,ideal}}{L_{ram}} \right) + \gamma \left(\frac{L_{net,ideal}}{L_{net}} \right) + \delta \left(\frac{L_{req,ideal}}{L_{req}} \right), \quad (4)$$

где (L_{cpu}) , (L_{ram}) , (L_{net}) , (L_{req}) – текущая нагрузка на систему по CPU, RAM, сетевой активности и количеству запросов соответственно, $(L_{cpu,ideal})$, $(L_{ram,ideal})$, $(L_{net,ideal})$, $(L_{req,ideal})$ – идеальные уровни нагрузки для каждого из этих параметров, (α) , (β) , (γ) , (δ) – коэффициенты важности каждой метрики, отражающие их вклад в общую производительность системы. Сумма этих коэффициентов должна быть равна 1 ($(\alpha + \beta + \gamma + \delta = 1)$), чтобы обеспечить балансировку вклада каждой метрики.

$$total_load = \frac{\sum_{i=1}^N (w_{cpu} \cdot L_{cpu,i} + w_{ram} \cdot L_{ram,i} + w_{net} \cdot L_{net,i} + w_{req} \cdot L_{req,i})}{w_{total}}, \quad (5)$$

где (N) – количество узлов в системе, $(L_{cpu,i})$, $(L_{ram,i})$, $(L_{net,i})$, $(L_{req,i})$ – значения нагрузки по CPU, RAM, сетевой активности и запросам на i -м узле соответственно, (w_{cpu}) , (w_{ram}) , (w_{net}) , (w_{req}) – весовые коэффициенты для каждого типа нагрузки, отражающие их вклад в общую нагрузку системы, (w_{total}) – сумма всех весовых коэффициентов, используемая для нормализации результата.

Данный подход позволяет учесть вклад различных типов ресурсов в общую нагрузку системы, давая возможность более точно адаптировать распределение данных и нагрузку. Веса $(w_{cpu}$, w_{ram} , w_{net} , $w_{req})$ позволяют модифицировать важность каждого параметра в зависимости от специфики работы системы и требований к производительности. Для реализации такого расчета важно регулярно осуществлять сбор актуальных данных о загрузке системы по всем учтенным параметрам и адаптировать весовые коэффициенты на основе изменений в требованиях к системе или наблюдаемой производительности. Такой подход обе-

узлами. Такой подход не только повышает эффективность обработки запросов, но и обеспечивает более равномерное распределение нагрузки, минимизируя риск перегрузки отдельных узлов.

Формула для расчета коэффициента C может варьироваться в зависимости от конкретных требований системы и выбранных метрик нагрузки. Однако базовая идея заключается в использовании текущей нагрузки системы для динамической адаптации распределения данных.

Формула для расчета коэффициента C :

Расчет общей нагрузки ($total_load$) в контексте консистентного хеширования и распределенных систем может быть выполнен разными способами, в зависимости от определения «нагрузки» в вашей системе и от того, какие метрики вы считаете важными. В общем случае, $total_load$ представляет собой совокупную нагрузку на систему, которая может включать CPU, память, сеть, количество активных запросов и другие параметры. Вот несколько подходов к расчету $total_load$:

спечит гибкость системы в реагировании на изменения в нагрузке и оптимизировать распределение ресурсов для поддержания высокой производительности и стабильности. Консистентное хеширование находит широкое применение в различных областях, включая системы кеширования, распределенные базы данных и сети доставки контента (CDN) [8]. Этот подход обеспечивает надежность и доступность данных, минимизируя влияние изменений в топологии системы на производительность и устойчивость к отказам. Особенно значима данная модель для облачных вычислений и микросервисной архитектуры, где требуется высокая степень масштабируемости и гибкости в управлении ресурсами.

Результаты исследования и их обсуждение

Ниже представлена улучшенная формула консистентного хеширования с виртуальными узлами и адаптивным распределением, учитывающая текущую нагрузку

системы. Предложенный подход включает использование виртуальных узлов и адаптивного перераспределения данных с учетом текущей нагрузки системы, что позволяет минимизировать пиковые нагрузки и улучшить общую производительность системы.

1. Традиционная формула консистентного хеширования [9]:

$$\text{node} = \text{hash}(\text{data}) \bmod N, \quad (6)$$

где $\text{hash}(\text{data})$ – это хеш-функция для данных, N – количество физических узлов в системе.

2. Улучшенная формула с виртуальными узлами:

$$\text{virtual node} = \text{hash}(\text{data}) \bmod (N \times V), \quad (7)$$

где V – количество виртуальных узлов, ассоциированных с каждым физическим узлом, что позволяет более равномерно распределить данные по физическим узлам и упрощает балансировку нагрузки.

$$\text{Узел} = \left(\text{hash}(\text{data}) \times \frac{C}{\text{total_load}} \right) \bmod N, \quad (8)$$

где $\text{hash}(\text{data})$ – хэш-функция данных; C – динамический коэффициент, зависящий от текущей нагрузки системы, (total_load) – суммарная нагрузка на систему; N – количество узлов в системе.

Эффективность предложенного подхода целесообразно оценить посредством анализа, представленного на рис. 1, где осуществляется

3. Адаптивное распределение с учетом нагрузки.

Основываясь на анализе существующих алгоритмов и выявленных недостатках, предлагается ряд улучшений, направленных на оптимизацию процессов распределения и обработки данных в распределенных системах. Одним из ключевых предложений является введение динамического коэффициента в формулы распределения данных, который корректируется на основе текущей нагрузки и объема данных на каждом из узлов. Такой подход позволяет системе более гибко реагировать на изменения и поддерживать оптимальное распределение данных, минимизируя риски перегрузки отдельных узлов. Предлагается соотношение, обеспечивающее адаптацию системы к изменяющимся условиям, гарантируя равномерное распределение нагрузки и оптимальное использование ресурсов:

сравнительное исследование традиционной и усовершенствованной формулы распределения нагрузки. Визуализированные результаты демонстрируют преимущества предложенного подхода, выраженные в более равномерном распределении ресурсов и улучшении ее адаптивности к динамическим изменениям эксплуатационных условий.

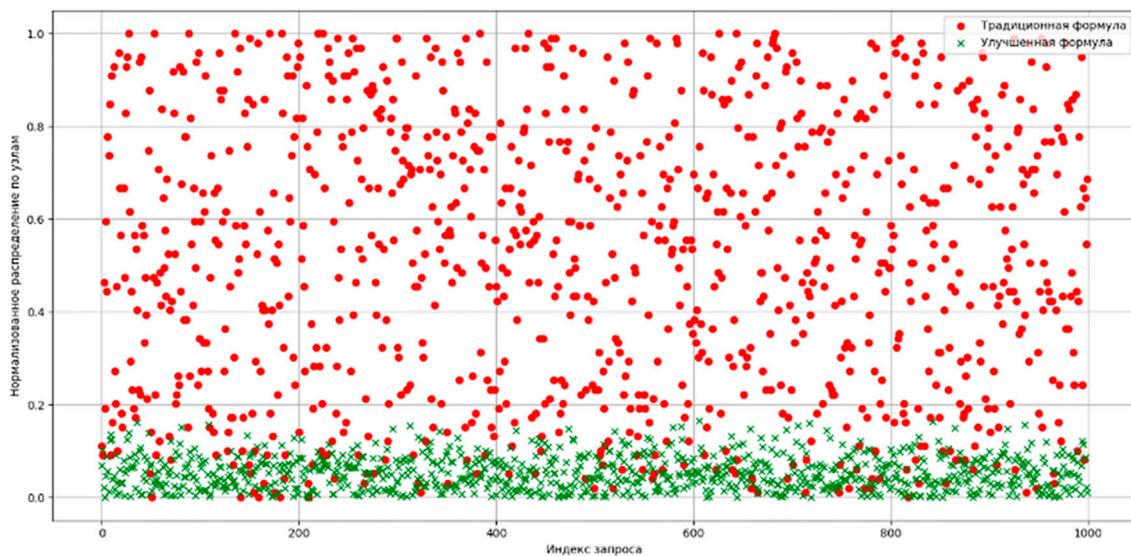


Рис. 1. Сравнение традиционного подхода и предлагаемого
Источник: разработано авторами

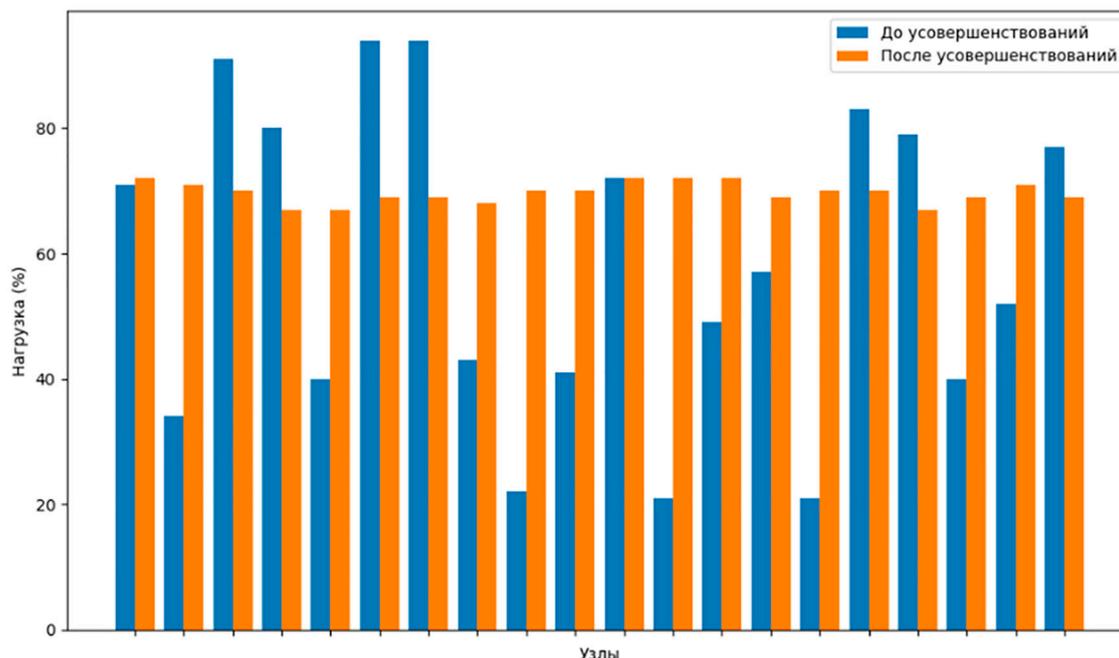


Рис. 2. Сравнение нагрузки на узлы при традиционном подходе и с учетом улучшений, предложенных в данной работе
Источник: разработано авторами

Применение традиционного подхода консистентного хеширования может привести к возникновению неравномерного распределения нагрузки между узлами, что иллюстрируется следующими показателями: 80, 60, 90 и 70 % соответственно. Такая диспропорция приводит к перегрузке одних узлов при недогрузке других, что негативно сказывается на эффективности использования ресурсов. Предложенный метод распределения данных, учитывающий как текущую загрузку системы, так и общую нагрузку, обеспечивает более равномерное распределение ресурсов между узлами. Это позволяет избежать дисбаланса, повышая справедливость и эффективность распределения, и обеспечивает стабильную работу системы без перегрузки или недогрузки отдельных узлов. Таким образом, предложенный метод позволяет достичь более справедливого и эффективного распределения ресурсов по сравнению со старым, гарантируя, что ни один узел не будет перегружен или недогружен. Такой подход улучшает устойчивость системы к внезапным изменениям в нагрузке и способствует более равномерному использованию ресурсов, что особенно важно для облачных вычислений и микросервисных архитектур, что подтверждается результатами моделирования, представленными на рис. 2.

Заключение

Анализ существующих методов и предложенные усовершенствования подчеркивают важность развития адаптивных систем для обработки больших данных. Преодоление ограничений традиционных алгоритмов через инновационные подходы к распределению нагрузки позволяет достичь оптимальной работы распределенных систем. Внедрение усовершенствованных алгоритмов и современных технологий обработки данных создает перспективы для дальнейших исследований и разработок. Интеграция искусственного интеллекта, методов машинного обучения и новейших научных достижений в существующие подходы позволяет существенно повысить эффективность и качество обработки данных. Это, в свою очередь, может создать условия для разработки высокоэффективных интеллектуальных систем, способных с максимальной точностью и скоростью решать сложнейшие задачи, что откроет перед человечеством новые перспективы для развития науки и технологий.

Список литературы

1. Jeffrey D., Sanjay G. MapReduce: Simplified Data Processing on Large Clusters // OSDI'04: Sixth Symposium on Operating System Design and Implementation. 2004. San Francisco. CA. P. 137–150. DOI: 10.1145/1327452.1327492.

2. Dean J., Ghemawat S., MapReduce: Simplified Data Processing on Large Clusters // Proc. of the 6th Symposium on Operating Systems Design and Implementation. USA. 2004. P. 137–150. DOI: 10.1145/1327452.1327492.
3. Богданов А.В., Тхуреин К.Л., Пья С.К.К., Чжо З. Сравнение производительности инструментов для обработки больших данных // Современные наукоемкие технологии. 2020. № 6–1. С. 9–14. DOI: 10.17513/snt.38064.
4. Andrew P., Matthew A. What’s Really New with NewSQL? // SIGMOD Rec. 2016. Т. 45, № 2. P. 45–55. DOI: 10.1145/3003665.3003674.
5. Батанов А.О., Тюшкевич Н.М., Лашков С.А. Применение технологий искусственного интеллекта для улучшения процессов масштабирования в облачных экспертных системах // Научно-технический вестник Поволжья. 2024. № 11. С. 151–153.
6. Geetha J.J., Jaya Lakshmi D.S., Keerthana Ningaraju L.N. Consistent Hashing and Real-Time Task Scheduling in Fog Computing // Deep Learning Applications for Cyber-Physical Systems 2022. P. 245–261. DOI: 10.4018/978-1-7998-8161-2.ch013.
7. Greg H. Building a Consistent Hashing Ring // The OpenStack project. 2018. URL: https://docs.openstack.org/swift/newton/ring_background.html (дата обращения: 20.11.2024).
8. Dong C., Wang F., Feng D. DxHash: A Scalable Consistent Hashing Based on the Pseudo-Random Sequence // arXiv preprint arXiv. 2021. DOI: 10.48550/arXiv.2107.07930.
9. Karger D.R., Lehman E., Leighton F.T., Panigrahy R., Levine M.S., Lewin D. Consistent Hashing and Random Trees: Distributed Caching Protocols for Relieving Hot Spots on the World Wide Web. 1997. P. 654–663. URL: https://www.researchgate.net/publication/221590687_Consistent_Hashing_and_Random_Trees_Distributed_Caching_Protocols_for_Relieving_Hot_Spots_on_the_World_Wide_Web (дата обращения: 24.01.2025).

УДК 621.824
DOI 10.17513/snt.40318

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ И МИКРОТВЕРДОСТИ ВАЛОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ОБРАБОТКИ НА ОСНОВЕ ПОВЕРХНОСТНО-ПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ В ПЕРЕМЕННОМ МАГНИТНОМ ПОЛЕ

Бурлаченко О.В., Фоменко Н.А., Ляшенко А.А., Рисунев А.Р.

*ФГБОУ ВО Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, e-mail: lyashenko2626@mail.ru*

Износостойкость контактирующих поверхностей различных деталей машин и механизмов является одним из главных эксплуатационных показателей, который определяет работоспособное состояние любой машины и ее безотказность. Авторами был проведен анализ состояния дорожно-строительной техники и выявлены наиболее часто выходящие из строя узлы в различных агрегатах. Основываясь на проведенном анализе, в данной статье авторы рассмотрели вопрос повышения износостойкости валов различного назначения в местах их контакта с другими поверхностями как узлов, наиболее нагруженных и распространенных в большинстве машин и механизмов. При изучении проблемы повышения износостойкости был сделан акцент на упрочнении поверхностно-пластическим деформированием с наложением переменного магнитного поля для валов из углеродистой конструкционной стали 45 как материала, который имеет широкое распространение на отечественном рынке, и при этом простого в обработке и производстве. Помимо описания выбора рациональных режимов обработки, измерения весового износа, микротвердости обработанных и необработанных образцов, авторами был проведен ряд экспериментальных исследований и сделаны выводы о влиянии роста микротвердости на износостойкость после изучаемой обработки поверхностей конструкционных сталей.

Ключевые слова: износ, износостойкость, поверхностно-пластическое деформирование, валы, упрочнение, микротвердость, конструкционные стали, магнитное поле

THE INVESTIGATION OF SHAFTS WEAR RESISTANCE AND MICROHARDNESS DEPENDING ON TECHNOLOGICAL PROCESSING MODES BASED ON SURFACE PLASTIC DEFORMATION IN AN ALTERNATING MAGNETIC FIELD

Burlachenko O.V., Fomenko N.A., Lyashenko A.A., Risunov A.R.

Volgograd State Technical University, Volgograd, e-mail: lyashenko2626@mail.ru

The wear resistance of the contacting surfaces of various machine parts and mechanisms is one of the main operational indicators that determines the working condition of any machine and its reliability. The authors analyzed the condition of road construction machinery and identified the most frequently failing components in various units. Based on the analysis carried out, this article considered the issue of increasing the wear resistance of shafts for various purposes at their points of contact with other surfaces, as the nodes that are most loaded and common in most machines and mechanisms. When studying the problem of increasing wear resistance, emphasis was placed on hardening by surface plastic deformation with the application of an alternating magnetic field for shafts made of 45 carbon structural steel, as a material that is widely used in the domestic market and at the same time easy to process and manufacture. In addition to describing the choice of rational modes.

Keywords: wear, wear resistance, surface plastic deformation, shafts, hardening, microhardness, structural steels, magnetic field

Введение

Работоспособность и безотказность любой машины зависят от надежности ее отдельных частей, узлов и механизмов. На протяжении всего жизненного цикла машины, а особенно при проведении технического обслуживания и ремонта, необходимо уделять особое внимание наиболее нагруженным узлам и агрегатам. Как известно, износ контактирующих поверхностей – это основная причина, приводящая к отказам. В результате износа нарушается герметичность уплотнений, которая может привести к попаданию абразива, утечкам смазываю-

щих жидкостей, появлению критических люфтов, зазоров. Таким образом, поиск и оптимизация способов снижения износа поверхностей трения являются актуальной задачей в современном машиностроении.

Валы – это одна из самых распространенных деталей, применяющихся в различных механизмах [1, 2, 3]. Их основное назначение заключается в передаче крутящего момента и восприятии действующих сил со стороны расположенных на нем деталей и опор. В зависимости от назначения детали данного класса могут иметь шейки, отверстия, резьбу, шлицы, зубья, кулачки,

фланцы и другие всевозможные конструктивные элементы. Наиболее часто применяемые материалы для изготовления валов – это среднеуглеродистые стали марок 20, 30, 40, 45, 50, легированные стали марок 15X, 20X, 40X, 18X2H4A, 40XH2MA и иные, высокопрочные модифицированные чугуны, титановые сплавы ВТЗ-1, ВТ-6, ВТ-9 [4, с. 216].

Известно, что при нормальных условиях эксплуатации основной дефект валов, приводящий к отказам, – это износ, в результате которого изменяются зазор в сопряжении «вал – подшипник скольжения», «вал – манжета уплотнения» или характер соединения шеек вала с кольцом подшипника качения, шестернями и другими деталями, установленными на валу [5].

По мере роста износа увеличиваются зазоры в соединениях, нарастает интенсивность вибраций, увеличиваются биение и иное, в результате чего снижается долговечность не только самого вала, но и сопрягающихся с ним подшипников, шестерен и т.д.

Ввиду того что валы работают при различных видах трения и нагрузках, создание износостойких поверхностей различных сопряжений с валом является перспективной научно-технической задачей, которую решают с использованием различных методов обработки, основанных на создании структурного состояния обрабатываемых поверхностей, при котором количество дефектов поверхностей было бы минимальным.

В результате исследования наиболее нагруженных валов строительных машин были выявлены подверженные износу места – это посадочные места подшипников, сопряжения валов и сальников, износ опорных поверхностей валов [2; 3; 4, с. 215].

В машиностроении существует большое количество различных способов повышения износостойкости трущихся поверхностей. Наиболее перспективным методом повышения износостойкости является применение комбинированных технологий поверхностно-упрочняющих воздействий на основе механической и физико-технической обработки. Достоинствами предложенного метода комбинированной физико-технической обработки являются его относительно невысокая стоимость, достаточная простота проведения операции по упрочнению, а также скорость получения поверхностей трения, устойчивых к истиранию.

Наиболее бездефектная структура может быть получена абсолютно разным путем при воздействиях на обрабатываемую поверхность, чаще всего применяют-

ся поверхностная ТВЧ закалка, лазерная, магнитная обработка и другие ее виды [6, с. 24; 7; 8]. При этом повышения показателей триботехнических характеристик обычно добиваются повышением твердости поверхностей трения. Одновременно с этим отмечается, что резкое увеличение твердости ведет к снижению пластичности и вязкости поверхностного слоя, что негативно влияет на трещиностойкость и другие механические характеристики валов [9]. В связи с этим возникает необходимость тщательного контроля микротвердости поверхности до и после упрочняющих обработок.

После проведения большинства видов поверхностно-упрочняющей обработки применяются различные способы окончательной обработки, но не всегда удается достичь оптимального качества поверхностного слоя обрабатываемых материалов [10].

Пути решения данной проблемы являются дополнительные способы обработки наиболее нагруженных поверхностей трения, к числу которых относится поверхностно-пластическое деформирование (ППД) с применением энергии переменного магнитного поля (ПМП). При использовании данного способа обработки происходят пластическое деформирование поверхностного слоя и одновременное воздействие магнитным полем на всю металлическую заготовку – как в поверхностном слое, так и на всю обрабатываемую деталь в целом. Такое комбинированное воздействие положительно влияет на напряженно-деформированное состояние, происходит локальный разогрев обрабатываемой поверхности в местах, где есть дефекты кристаллической решетки или отличающиеся включения. Под воздействием магнитного поля все дефекты либо исправляются, либо выталкиваются, а дробь создает необходимый рельеф. Такая комбинированная обработка конструкционных сталей повышает такие показатели, как стойкость, прочность, пластичность, благодаря чему отмечается повышение износостойкости и механических свойств обрабатываемого металла за счет формирования упрочненного поверхностного слоя, в котором создаются напряжения сжатия [11, 12, 13].

Однако комбинированные воздействия на основе магнитного поля в зависимости от частоты колебаний, напряженности и других характеристик магнитного поля показывают как положительные изменения обрабатываемого материала (такие как повышение пластичности, статической прочности, изменение магнитных характеристик), так и отрицательные (такие как повы-

шение скорости коррозии обрабатываемых заготовок, разупрочнение поверхностного слоя конструкционных сталей при определенных сочетаниях воздействий и т.д.). Именно поэтому такие методы воздействия нуждаются в подборе технологических режимов воздействий на конструкционные стали для последующего получения прогнозируемых результатов.

Цель работы: разработка методики проведения комбинированной поверхностно-упрочняющей обработки на основе переменного магнитного поля для обеспечения заданных триботехнических характеристик и повышения износостойкости.

Материалы и методы исследования

Для изучения влияния ПМП и совместного ППД авторами работы был выполнен ряд экспериментов по подбору оптимальных режимов поверхностно-упрочняющей обработки комбинированным воздействием на конструкционные стали, в частности стали марки 45 с чистотой обработки поверхности (шероховатостью) $Ra=0,63$ мкм как основного материала, применяющегося для производства валов различного назначения.

Обработка заготовок производилась на аппарате магнитного действия ЛИА со следующими характеристиками (табл.).

Характеристики магнитной установки

Параметр	Показатель
Максимальный диаметр обрабатываемой заготовки, мм	60
Магнитная индукция, Т	0,15
Напряжение, В	380
Частота, Гц	50
Мощность установки, кВт	1,5
Напряженность магнитного поля в рабочей зоне, А/М	$6,4 \times 10^4$

Примечание: составлена авторами на основе технической документации установки.

Для выбора оптимального режима воздействия поверхностно-упрочняющей обработки проводились ряды опытов по обработке заготовок с различным сочетанием факторов. За основу исследования принята концепция последовательного эксперимента [14; 15, с. 131]. Данный способ позволяет с наименьшими затратами последовательно найти область факторного пространства, в котором находятся максимальные значения искомой функции, в которой уже более точно проводится полнофакторный эксперимент. Суть при-

нятой концепции заключалась в проведении случайных серий опытов в заданной области и последующем движении в сторону получения максимальных значений, до достижения экстремума искомой функции отклика при условии адекватности выбранных факторов.

После проведения поверхностно-упрочняющей обработки с выбранными варьируемыми факторами (диаметр дроби, заполнение камеры и время обработки) оценка степени ее влияния на износостойкость и твердость проводилась при помощи следующего лабораторного оборудования:

- микротвердомер ПМТ-3 (приобретен кафедрой ТСП ИАиС ВолгГТУ по программе «Приоритет 2030»);

- микроскоп металлографический ЛОМО МЕТАМ ЛВ-41 (приобретен кафедрами ТСП и СМиСТ ИАиС ВолгГТУ по программе «Приоритет 2030»);

- машина трения СМТ-1;

- весы лабораторные AND DL-300.

Последовательность изучения обработанных образцов выглядела следующим образом.

1. Для начала проводилось измерение микротвердости обработанных образцов по методу Виккерса при помощи микротвердомера ПМТ-3. Авторами для обеспечения минимизации погрешности измерений в процессе получения значений микротвердости обработанных поверхностей была принята следующая методика замера пирамидальных отпечатков: на приборе ПМТ-3 осуществлялось нагружение индентора на поверхность образцов. Затем измерение диагонали отпечатка производилось на металлографическом микроскопе ЛОМО МЕТАМ ЛВ-41, так как данный микроскоп имеет большое количество объективов с различным приближением, а также оснащен видеокамерой и современным программным обеспечением, при помощи которого возможно провести более точное измерение, а также получить фотографии отпечатков индентора и микрорельефа обрабатываемых поверхностей. Микротвердость HV измерялась для деталей из стали 45 до поверхностно-упрочняющей обработки и после (рис. 1).

2. После измерения микротвердости для оценки эффективности применяемой технологической схемы обработки в данных исследованиях регистрировалось изменение массы обработанных и необработанных образцов. Испытание на истирание экспериментальных образцов проводилось на машине трения СМТ-1 по схеме диск(вал)/колодка. Колодка выполнялась из стали ШХ15.

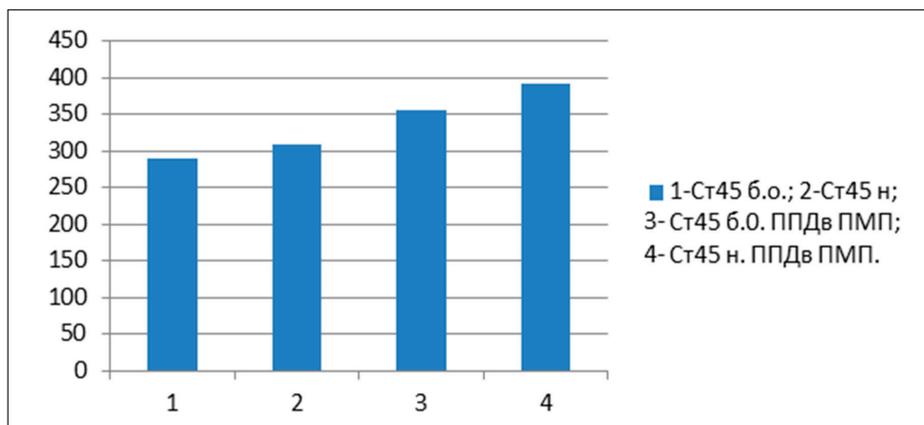


Рис. 1. Изменение микротвердости стали 45 без обработки и нормализованной до и после обработки ППД в ПМП

Источник: составлен авторами на основе полученных экспериментальных данных

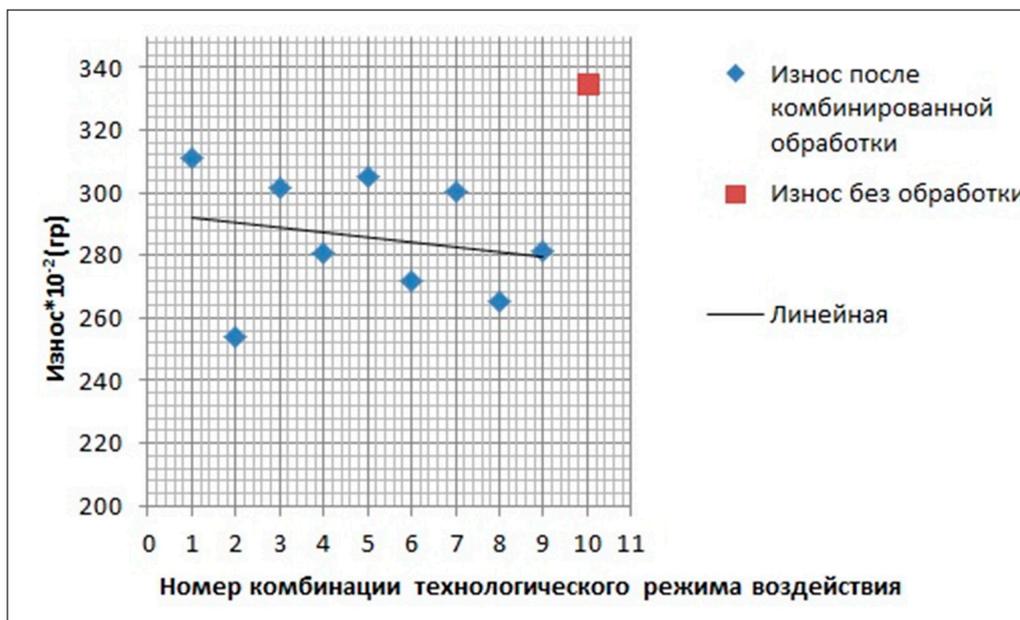


Рис. 2. График зависимости весового износа

от технологических режимов комбинированной обработки

Источник: составлен авторами на основе полученных экспериментальных данных

По полученным значениям весового износа (рис. 2) был сделан вывод, что оптимальным режимом комбинированной обработки являлся вариант № 2 (диаметр стальной дроби – 2 мм, время обработки – 1,5 минуты, заполнение камеры – 10% от свободного объема). Взвешивание образцов проводилось на лабораторных весах AND DL-300 (точность взвешивания – 0,001 г, класс точности – II (ГОСТ 24104-01)).

Результаты исследования и их обсуждение

По полученным данным износа и микротвердости для одних и тех же образцов

авторами была установлена следующая зависимость весового износа и микротвердости (рис. 2, 3). Как видно на диаграмме, рост микротвердости не всегда приводит к однозначному снижению весового износа, и при определенных сочетаниях факторов, например шероховатости, пластичности или других триботехнических характеристик, возможны такие сочетания, при которых эта зависимость может прослеживаться не прямолинейно, а в некоторых случаях может и вовсе может приводить к охрупчиванию поверхности, особенно на этапах притирания поверхностей.

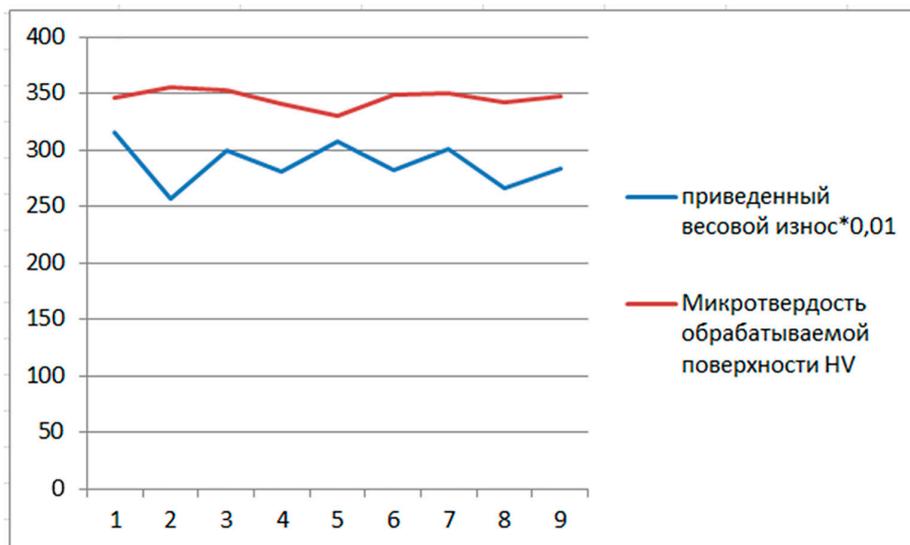


Рис. 3. Зависимости весового износа и микротвердости стали 45 после ППД в ПМП
 Источник: составлен авторами на основе полученных экспериментальных данных

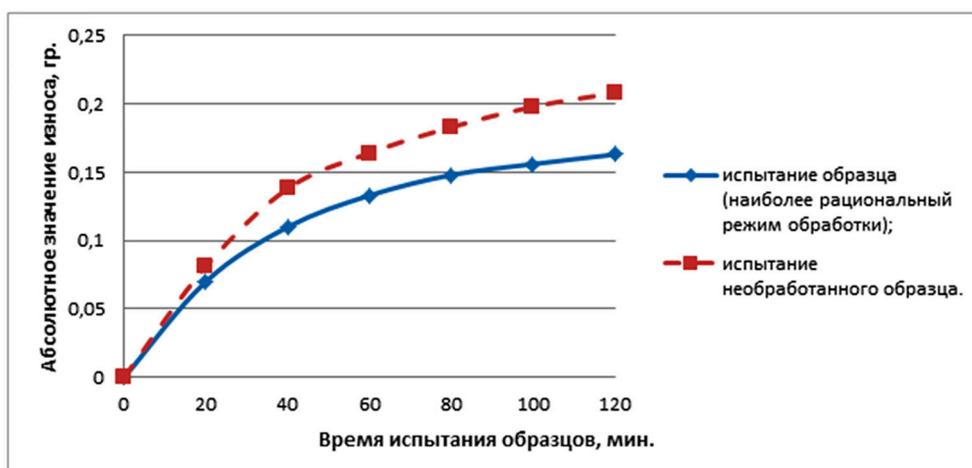


Рис. 4. Изменение массы образцов из стали 45 во время истирания на машине СМТ-1
 Источник: составлен авторами на основе полученных экспериментальных данных

Также в результате обработки полученных экспериментальных данных были построены зависимости показателей абсолютного износа от времени истирания в машине СМТ-1 для обработанных и необработанных образцов. Полученные зависимости отражают разницу износостойкости образцов до и после обработки и свидетельствуют о том, что даже на начальной стадии износа, когда происходит притирание поверхностей трения, все обработанные образцы показывают меньшие значения износа, нежели образцы без обработки (рис. 4). Эта разница увеличивается вместе со временем истирания и на стадии нормальной работы составляет в среднем для всех образцов примерно 20%.

Следовательно, при выбранном режиме поверхностно-упрочняющего воздействия происходит уменьшение скорости изнашивания, коэффициента трения обрабатываемых образцов и времени их приработки.

Выводы

Основываясь на полученных данных, можно сделать вывод о перспективности применения выбранной комбинированной магнитной обработки относительно стали 45. Полученные данные свидетельствуют о том, что показатели весового износа сократились на 20%, что при невысоких затратах на данный вид воздействия позволит удешевить производство деталей машин и механизмов с высокими эксплу-

атационными характеристиками. Однако существует необходимость дальнейшего изучения воздействия ППД в ПМП, в том числе и на другие конструкционные стали, для обеспечения прогнозируемого результата получения износостойких покрытий валов в наиболее нагруженных местах. При этом замечено, что после комбинированной упрочняющей обработки в условиях абразивного и усталостного износа предлагаемый способ получения износостойкого покрытия для данной стали благодаря получению более бездефектных поверхностей в некоторых сочетаниях варьируемых факторов позволяет добиваться роста износостойкости покрытий при росте микротвердости.

Список литературы

1. Колобов М.Ю., Чагин О.В., Блиничев В.Н. Повышение долговечности рабочих органов центробежно-ударных измельчителей // Российский химический журнал. 2019. Т. 63, № 3-4. С. 40-44. URL: <https://rcj-isuct.ru/article/view/2201> (дата обращения: 15.02.2025).
2. Пучков П.В., Зарубин В.П., Киселев В.В., Топоров А.В., Колобов М.Ю. Повышение износостойкости валов дифференциалов за счет применения технологии алмазного выглаживания // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. 2022. № 4 (72). URL: <https://snt-isuct.ru/article/view/4852> (дата обращения: 24.12.2024).
3. Зайдес С.А., Буй М.Д., Пономарев Б.Б. Выпрямление локальной области цилиндрических деталей перед прокаткой гладкими пластинами // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Носова. 2024. № 22 (3). С. 71-80. DOI: 10.18503/1995-2732-2024-22-3-71-80.
4. Ачеркана Н.С. Детали машин. Расчет и конструирование. Справочник. Том 1. М.: Машиностроение, 1968. 440 с.
5. Агеев Е.В., Кругляков О.В., Поданов В.О. Исследование распределения микротвердости между слоями многослойных стальных материалов // Инженерный журнал: Наука и инновации. 2018. № 81. DOI: 10.18698/2308-6033-2018-8-1792.
6. Одинцов Л.Г. Упрочнение и отделка деталей поверхностным пластическим деформированием. Справочник. М.: Ленинград: Машиностроение, 1987. 328 с.
7. Тимохова О.М., Бурмистрова О.Н. Исследование эксплуатационных свойств деталей лесных машин в зависимости от методов упрочнения поверхностного слоя // Лесной инженерный журнал. 2017. № 6 (2). С. 140-146. DOI: 10.12737/19971.
8. Самохвалова Ж.В. Магнитно-импульсный метод поверхностной упрочняющей обработки деталей рабочих органов строительно-дорожных машин // Транспортное, горное и строительное машиностроение: наука и производство. 2021. № 10. С. 9-14. DOI: 10.26160/2658-3305-2021-10-9-14.
9. Воробьев Р.А., Дубинский В.Н. Влияние обработки импульсным магнитным полем на твердость и трещиностойкость инструментальной заэвтектоидной стали // Физика металлов и металловедение. 2014. Т. 115, № 8. С. 858. DOI: 10.7868/S0015323014080166.
10. Алифанов А.В., Малеронок В.В., Богданович И.А., Лях А.А., Милокова А.М., Толкачева О.А. Исследование влияния режимов магнитно-импульсной обработки на температуру и структурные преобразования в поверхностных слоях образцов из быстрорежущей листа // Вестник Полоцкого университета. Серия Б. Промышленность. Прикладные науки. 2021. № 3. URL: <https://journals.psu.by/industry/article/view/864> (дата обращения: 15.02.2025).
11. Киричек А.В., Соловьев Д.Л., Тарасов Д.Е. Повышение долговечности деталей машин комбинированной упрочняющей обработкой // Вестник Брянского государственного технического университета. 2016. № 2. С. 52-58. DOI: 10.12737/20244.
12. Колубаев А.В., Колубаев Е.А., Дмитриев А.И., Тарасов С.Ю., Чумаевский А.В. Фундаментальные и прикладные аспекты материаловедения в трибологии // Физическая мезомеханика. 2024. Т. 27, № 6. С. 5-32. DOI: 10.55652/1683-805X_2024_27_6_5-32.
13. Liu, Jian, Wei, Can, Yang, Gang, Wang, Libo, Wang, Lin, Wu, Xiuli, Jiang K.C., Yang Yi. A novel combined electromagnetic treatment on cemented carbides for improved milling and mechanical performances // Metall Mater Trans A. 2018. Vol. 49. P. 4798-4808. DOI: 10.1007/s11661-018-4740-y.
14. Чигиринский Ю.Л. Математические методы в технологическом проектировании. Наукоемкие технологии в машиностроении. 2018. № 4 (82). С. 13-20. DOI: 10.12737/article_5aacd857b7d411.22186680.
15. Ермакова С.М. Математическая теория планирования эксперимента. М.: Наука. 1983. 392 с.

УДК 004.896

DOI 10.17513/snt.40319

ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛЕЙ ПОДСИСТЕМЫ ПРЕДИКТИВНОЙ АНАЛИТИКИ ПРИ АВТОМАТИЗИРОВАННОМ УПРАВЛЕНИИ ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКОЙ ГОРНО-ОБРАБАТЫВАЮЩЕГО КОМБИНАТА

Ивашук О.А., Гзогян С.Р., Гончаров Д.В., Маматов А.В.

*ФГАОУ «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»,
Белгород, e-mail: goncharov_dv@bsuedu.ru*

До сих пор неполно освещены вопросы прогнозирования эффективности работы оборудования обогатительных фабрик как одного из основных подразделений по переработке добытого полезного ископаемого на горно-обогатительном комбинате при реализации технологических процессов измельчения руды; приведенные оценки являются в основном приближенными и характеризуются низким уровнем достоверности. Целью данной работы является разработка моделей для построения прототипов подсистемы, которая поспособствует повышению эффективности работы измельчительного оборудования и фабрики в целом за счет гибкого и оперативного планирования производственных затрат. Проведенный анализ указывает на актуальность в данном аспекте методов предиктивной аналитики, обеспечивающих установление научно обоснованных обратных связей, актуализацию выработки управляющих решений в сфере планирования производства на основе высокоточных модельных оценок и прогнозирования результатов производственных операций и процессов с учетом изменений широкого спектра технологических параметров. Представлены концептуальная теоретико-множественная и схематичные функциональные модели исследуемой подсистемы, которые позволили выявить, детализировать и изучить ее функции и реализующие их компоненты, параметры состояния этих компонентов, механизмы их взаимодействия между собой, внешней средой и другими подсистемами, вовлеченными в процесс автоматизации производственного процесса. Разработка и внедрение подсистемы предиктивной аналитики позволят реализовать высокоточные модельные оценки показателей работы оборудования в режиме онлайн и, что крайне важно, их прогнозирование при переходе к сырью с другими характеристиками, а также при изменении технологических параметров. В данной работе были представлены результаты разработки и исследования моделей подсистемы предиктивной аналитики в составе интегрирующего уровня при автоматизированном управлении обогатительной фабрикой горно-обработывающего комбината.

Ключевые слова: автоматизация, подсистема предиктивной аналитики, моделирование, оценка и прогнозирование, обогатительная фабрика

CREATING MODELS OF PREDICTIVE ANALYTICS SUBSYSTEM AT AUTOMATED CONTROL OF THE ENRICHMENT FACTORY OF A MINING AND PROCESSING COMPLEX

Ivashchuk O.A., Gzogyan S.R., Goncharov D.V., Mamatov A.V.

*Belgorod State National Research University, Belgorod,
e-mail: goncharov_dv@bsu.edu.ru*

The issues of forecasting the efficiency of the equipment of processing plants, as one of the main divisions for processing extracted minerals at a mining and processing plant during the implementation of technological processes for crushing ore, have not yet been fully covered; the estimates given are mostly approximate and are characterized by a low level of reliability. The purpose of this work is to develop models for prototyping a subsystem that will contribute to improving the efficiency of the shredding equipment and the factory as a whole through flexible and operational planning of production costs. The conducted analysis indicates the relevance in this aspect of predictive analytics methods that ensure the establishment of scientifically sound feedback, the actualization of management decisions in the field of production planning based on high-precision model estimates and forecasting the results of production operations and processes, taking into account changes in a wide range of technological parameters. The conceptual set-theoretical and schematic functional models of the subsystem under study are presented, which made it possible to identify, detail and study its functions and their components, the state parameters of these components, the mechanisms of their interaction with each other, the external environment and other subsystems involved in the automation of the production process. The development and implementation of the predictive analytics subsystem will make it possible to implement high-precision model estimates of equipment performance online, and, most importantly, their prediction during the transition to raw materials with different characteristics, as well as when technological parameters change. In this paper, the results of the development and research of models of the predictive analytics subsystem as part of the integration layer in the automated control of the processing plant of the mining and processing plant were presented.

Keywords: automatization, predictive analytics subsystem, modelling, assessment and forecasting, enrichment factory

Введение

Современная обогатительная фабрика (ОФ) как одно из основных подразделений по переработке добытого полезного ископаемого на горно-обогатительном комбинате (ГОК) представляет собой сложную организационно-технологическую систему, в которой реализуется множество процессов и потоков разнородных данных. При этом краугольным камнем обработки рудных ископаемых на ОФ являются технологические процессы измельчения руды, которые определяют результат отделения рудных зерен от пустой породы, позволяют значительно облегчить процесс обогащения и повысить его коэффициент полезного действия, а также качество выпускаемого концентрата в целом [1–3]. Это не только наиболее важный, но и наиболее дорогостоящий технологический процесс: на него приходится около 50% от всех производственных затрат.

Таким образом, повышение эффективности функционирования ОФ в значительной мере связано с оптимизацией технологических режимов работы измельчительно-оборудования при подготовке производства. При этом задача их настройки является сложной и многокритериальной: сырье, поступающее на ОФ, имеет широкий диапазон параметров качества, а на выходе получаемый концентрат должен иметь строго заданные параметры. Параметры технологического процесса нелинейно изменяются в постоянной взаимосвязи, являются трудно контролируемыми [4–6]. Оператор далеко не всегда может оперативно реагировать на изменения всех переменных целевой функции, что негативно влияет на результат управления как отдельными технологическими операциями, так и производством в целом [7]. Поэтому именно процессу измельчения посвящено много разработок в сфере поиска эффективных методов автоматизации и управления.

Внедрение технологий автоматизированного управления сложными технологическими процессами и операциями, реализуемыми в рамках функционирования различных промышленно-территориальных кластеров, в том числе и горнодобывающих, связано и происходило одновременно с развитием методов компьютерной обработки данных, в отечественной практике началось с 1970–1980-х гг. [8]. Данное направление постоянно совершенствуется и является движущей силой для модернизации самих подходов к сбору и обработке данных, а также к созданию новых технологий для решения задач предиктивной аналитики в сфе-

ре горно-обогатительного производства, как показано, например, в работах [9–11]. Различными производителями эффективно используются технологические разработки зарубежных и отечественных производителей цифровых решений: Siemens – продукт PCS7 APL, Германия; Rockwell – продукты Pavilion8PlantPAx MPC, США; Emerson – продукт DeltaV PredictPro, США; Honeywell – продукт Profit Suite, США; Yokogawa/Shell – продукт PACE, Япония; ABB – Ability Expert Optimizer, Швейцария; Mintek – StarCS, Китай; ГК «Цифра», «Про-софт-системы», «Атомик софт», «ИнфТех», «Лаборатория Касперского», «Объединение Агрегейт», «Диатех», РФ, и иные продукты [12–14].

Однако следует отметить, что при широком спектре научных и практических разработок до сих пор неполно освещены вопросы прогнозирования эффективности работы оборудования ОФ при реализации технологических процессов измельчения руды; приведенные оценки являются в основном приближенными и характеризуются низким уровнем достоверности. В связи с вышесказанным сегодня крайне актуальны создание и внедрение на ОФ современных ГОКов новых методологических инструментов для построения и организации взаимодействия автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП) и производством (АСУП) с актуализацией оценки и прогнозирования эффективности работы технологического оборудования ОФ для оперативной корректировки его технологических режимов, что может существенно приблизить процессы обогащения к устойчивой производительности качественного продукта на выходе с минимизацией влияния человеческого фактора.

Цель исследования – разработка моделей для построения прототипа подсистемы предиктивной аналитики при автоматизированном управлении ОФ ГОК.

Материалы и методы исследования

Проведенный анализ развития методов и моделей, используемых при обеспечении функционала АСУТП и АСУП на ОФ, показывает необходимость их дальнейшего развития в целях модернизации и расширения спектра интеллектуальных функций указанных автоматизированных систем, которые позволят проводить ситуационные оценки как текущей, так и прогнозной производственно-технологической ситуации на ОФ, оперативно и адекватно регулировать параметры измельчения руды, влияющие на результирующую производительность как отдельных технических секций, так и ОФ в це-

лом. Это подтверждено и количественными оценками. Например, метод автоматизированного управления измельчением, предложенный фирмой «Xstrata Nickel» для профильного завода «Strathcona», позволил повысить энергетическую эффективность используемых мельниц на 5,5–7,1% [15], а в работе [16] рассмотрено решение задачи повышения маржинальной прибыли ОФ на основе применения оптимизационной модели управления.

Процессы автоматизированного управления на предприятиях ГОК России, в частности в сфере обогащения железной руды и формирования концентрата, на протяже-

нии нескольких десятилетий структурируются согласно трехуровневому принципу управления технологическими секциями (ТС) (рис. 1), согласно которому для АСУТП выделяют следующие основные уровни автоматизированного управления: нижний (полевой) уровень (приборы, датчики, различные устройства и др.); средний (программируемые логические контроллеры (ПЛК), устройства связи с объектом (УСО), сетевые коммуникации между ПЛК и УСО); верхний (операторская/диспетчерская), который представляет собой систему визуализации (серверные и рабочие станции) и ее сетевые коммуникации.

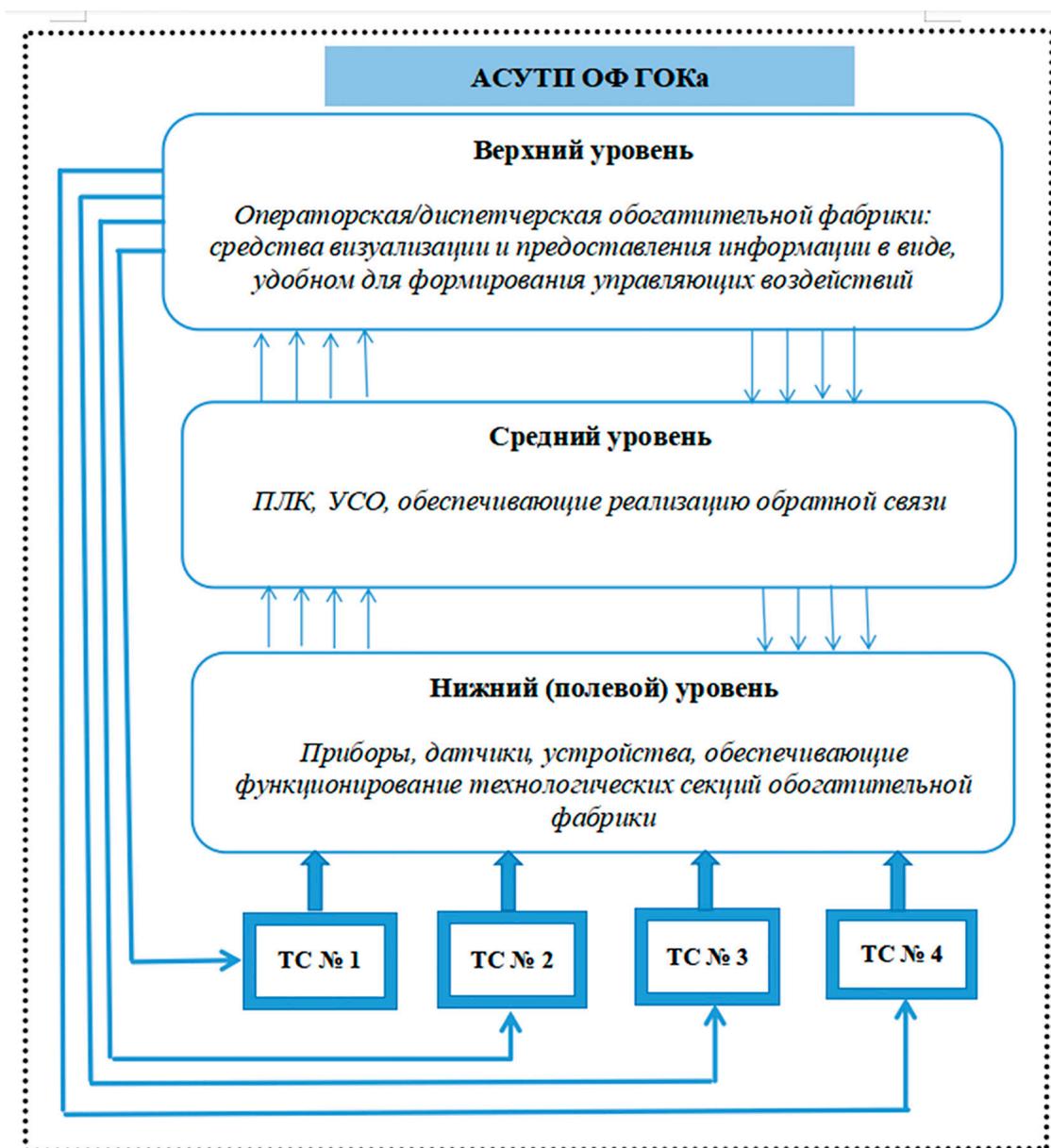


Рис. 1. Трехуровневая структура автоматизации управления технологическими секциями ОФ на ГОК
Источник: составлено авторами на основе [2]

Информация от приборного оснащения, функционирующего на нижнем уровне, поступает на ПЛК. Здесь реализуется процесс обратной связи, при котором происходят трансформация информации в управляющие воздействия и возвращение на исполнительные устройства. Таким способом замыкаются контуры автоматического управления, при этом информация о параметрах данного технологического процесса поступает на верхний уровень АСУТП. Предполагается обеспечение движения информационных потоков как в нисходящем, так и в восходящем направлениях.

Следует отметить, что АСУТП, в свою очередь, представляет собой нижний уровень в общей системе АСУП, где верхний уровень включает подсистемы ОФ, обеспечивающие во взаимодействии ее процессы планирования, финансового регулирования, учета производства, регулирования энергетического, материально-технического, ремонтного видов обеспечения, а также процессы заказов и сбыта готовой продукции, управления кадровыми ресурсами и т.п. В результате функционирования всех указанных подсистем вырабатываются управляющие воздействия на нижний уровень – уровень АСУТП – в форме определенных планов, заданий, регламентов. Результативность подобных управляющих воздействий определяется уровнем их научной обоснованности и непосредственно связана с той информацией, которая передавалась от всех уровней АСУТП. Выделим основные проблемы, которые возникают в данном аспекте: уровень достоверности информации (часто это связано с человеческим фактором и отсутствием уровней прогнозирования производственной ситуации); наличие и использование инструментария трансформации первичной оперативной информации в стратегические управленческие решения.

Современные специалисты в различных областях экономики сходятся во мнении о необходимости разработок и внедрении промежуточного интегрирующего уровня и создании интегрированных автоматизированных систем управления производством для интеграции различных подсистем АСУТП и АСУП, создания единого информационного пространства в целях объективной и оперативной оценки текущей и прогнозной ситуации при реализации производственных процессов, принятия оптимальных управленческих решений и реализации результативных управляющих воздействий [17]. В научных работах отмечается, что подобный уровень служит связующим мостом для разнородных потоков

информации в АСУТП и АСУП. Основными функциями исследуемого интегрирующего уровня являются: сбор и унификация технологической информации от различных АСУТП предприятия и других источников, ее анализ и хранение; обеспечение оперативного доступа; представление информации в едином формате; поддержка каналов обмена информацией. Далее именно эта информация используется верхним уровнем АСУП при осуществлении финансово-хозяйственных операций, планировании и оптимизации производственных ресурсов [16].

Развитие современных цифровых технологий, прежде всего искусственного интеллекта, позволяет актуализировать данный интегрирующий уровень путем изменения его структуры и введения специализированных подсистем, решающих задачи оценки и прогнозирования эффективности производственных процессов и работы оборудования, предприятия в целом. В целях определения структуры подсистемы предиктивной аналитики (ППА) и организации ее эффективного функционирования авторами проведено моделирование данной подсистемы, а именно построение концептуальной и функциональной моделей системы. Для построения концептуальной модели выбрано теоретико-множественное описание, что позволит указать все компоненты ППА и параметры их состояния, внешние параметры, а также выявить и детализировать необходимые причинно-следственные связи в целях разработки моделей, решающих задачи трансформации информации, получаемой от АСУТП, в управляющие воздействия, реализуемые верхним уровнем АСУП.

Для построения проектов функциональных моделей выбрано использование методологии функционального моделирования IDEF0 (инструментарий BPWIN), что позволяет описать и детализировать функции системы, обосновать механизмы их взаимодействия, реализации и управления ими.

Результаты исследования и их обсуждение

На рисунке 2 представлена обобщенная схема предлагаемой авторами структуры взаимодействия АСУТП и АСУП при исследовании процессов управления производством на ОФ современных ГОК с включением в интегрирующий уровень специализированной подсистемы – ППА, реализующей трансформацию реальной или планируемой производственной информации для выработки результативных мероприятий по планированию ресурсов на принципах ресурсосбережения и энергоэффективности.

Выявление особого значения влияния на эффективность ОФ ТС измельчения и, соответственно, производительности измельчительного оборудования (валковых мельниц) позволяет определить приоритетной подзадачу обеспечения лиц, принимающих решения по стратегическому планированию и управлению все-

ми ресурсами предприятия, информацией по объективной оценке производственной ситуации в аспекте измельчения железной руды, адекватному прогнозированию изменения ситуации при переходе к другим пластам руды или при изменении технологических требований, экологических норм и т.п.



Рис. 2. Обобщенная схема интегрированной системы управления ОФ ГОК (взаимодействие АСУТП и АСУП) с включенной ППА
Источник: составлено авторами на основе [4]

Проведенный анализ дает возможность выделить следующее множество функций ППА, $F = \{F_1, F_2, F_3, F_4, F_5, F_6, F_7, F_8\}$: автоматизированный сбор производственной информации в режиме реального времени (значений параметров технологических процессов измельчения) посредством интерфейсов к функционирующей АСУТП (F_1); первичный перевод производственных данных в форму, пригодную для проведения анализа (F_2); хранение данных на носителях электронной информации (F_3); обеспечение доступа к данным (пользователям – посредством клиентских приложений; другим автоматизированным подсистемам – посредством интерфейса прикладного программирования), (F_4); анализ данных на основе как традиционных, так и специально разработанных методов для обеспечения возможности формирования объективных обучающих и тестовых выборок в целях разработки адекватных моделей оценивания и прогнозирования производительности измельчительного оборудования, (F_5); разработка новых, а также корректировка используемых моделей предиктивной аналитики, (F_6); проведение модельной оценки эффективности работы измельчительного оборудования ОФ в режиме реального времени, влияющей на производительность фабрики в целом (модельная оценка текущей производительности валковых мельниц), (F_7); анализ прогнозной производительности валковых мельниц при переходе на пласт руды, который имеет существенные различия по гранулометрическому и химическому составу, а также при изменении технологических, экологических требований, и др. (F_8). Каждая из функций F может быть детализирована в зависимости от конкретных задач и особенностей технологических процессов и секций.

В качестве концептуальной модели исследуемой ППА интегрирующего уровня автоматизированного управления ОФ введем кортеж:

$$IDSS = S, TP, Y, \Omega, Met, Mod, Q, \quad (1)$$

где S – множество выделенных подсистем и элементов в структуре исследуемой ППА (общей численностью N) в составе интегрирующего уровня автоматизированного управления ОФ ГОК, реализующих основные выявленные функции F системы в рамках приоритетного влияния технологических процессов измельчения на результирующую производительность ОФ в целом: $S = \{S_1, \dots, S_n\}$, где $n = \overline{1, N}$; TP – информация о технологических параметрах производ-

ственных секций измельчения железной руды, определяющих качество помола и результирующего концентрата: $TP = \{TP_1, \dots, TP_j, \dots, TP_J\}$, где $j = \overline{1, J}$ (планируемые технологические параметры будем обозначать \widetilde{TP}); Y – исследуемые выходные производственные параметры, определенные как критерии качества концентрата и/или работы измельчительного оборудования, эффективности работы ОФ в целом. Обеспечение возможности объективной оценки влияния различных параметров множества TP на результат Y ; возможности прогнозирования значений (областей значений) Y при изменении отдельных/(некоторой группы)/всех технологических параметров процесса измельчения (например, при переходе к другому пласту руды, или при изменениях требований заказчика, или замене оборудования и т.п.); возможности определения значений для корректировки параметров и регулирования самого технологического процесса для получения требуемых значений Y связаны с необходимостью построения и внедрения специализированных математических моделей. Определим в данной работе $Y = \langle \text{Произв.} \rangle$ – производительность головных мельниц в режиме реального времени, т/ч, а \check{Y} – прогнозная производительность при изменении качественных и количественных характеристик сырья и/или других TP , а также при изменении требований, нормативно-правовых характеристик и т.п.

Далее отметим для модели (1): Ω – множество внешних регулирующих технологический процесс параметров: заказы, регламенты, нормативные документы, ограничения, требования и иное: $\Omega = \{\Omega_1, \dots, \Omega_k, \dots, \Omega_K\}$, $k = \overline{1, K}$, где K – общая размерность вектора внешних воздействий.

Следует отметить, что достаточно широкий спектр параметров и различный формат получения и первичной обработки данных свидетельствуют о необходимости проведения их комплексного анализа на основе синтезированного применения различных методов обработки данных, в том числе интеллектуальных, которые позволяют работать с любым множеством данных, включая неполные и слабоформализуемые. В связи с этим особое внимание заострим на Met – множестве методов, которые обеспечивают реализацию функций подсистем, связанных с обработкой информации. Выделим его основные подмножества: $Met = \{Met_1, \dots, Met_i, \dots, Met_I\}$, $i = \overline{1, I}$, где I – общая размерность используемых в S_n методов для решения поставленных задач: – методы проведения первичной обработки производственных данных $Met: Met, \subset Met;$

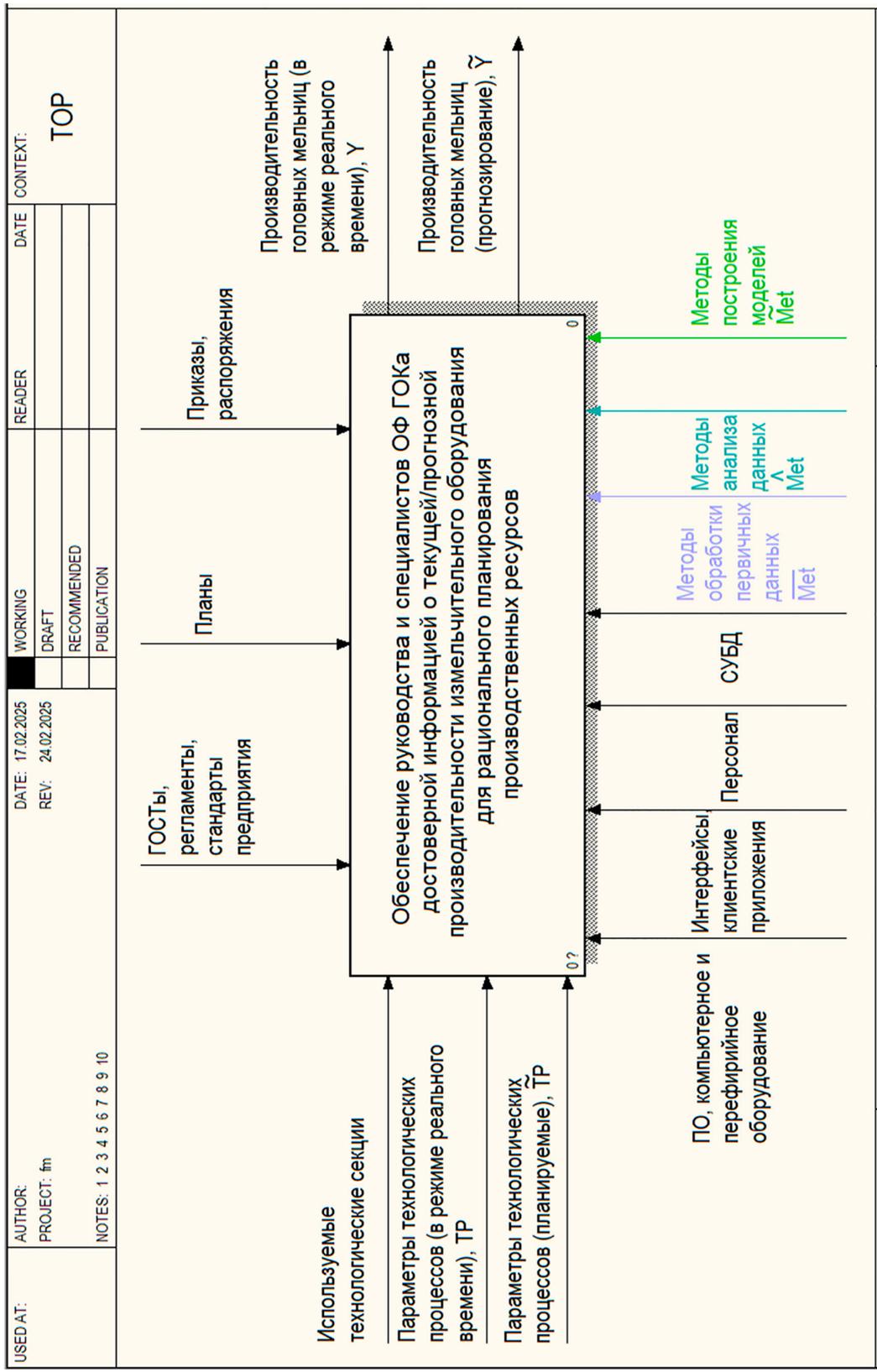


Рис. 3. Контекстная диаграмма функциональной модели ППА
Источник: составлено авторами на основе [17]

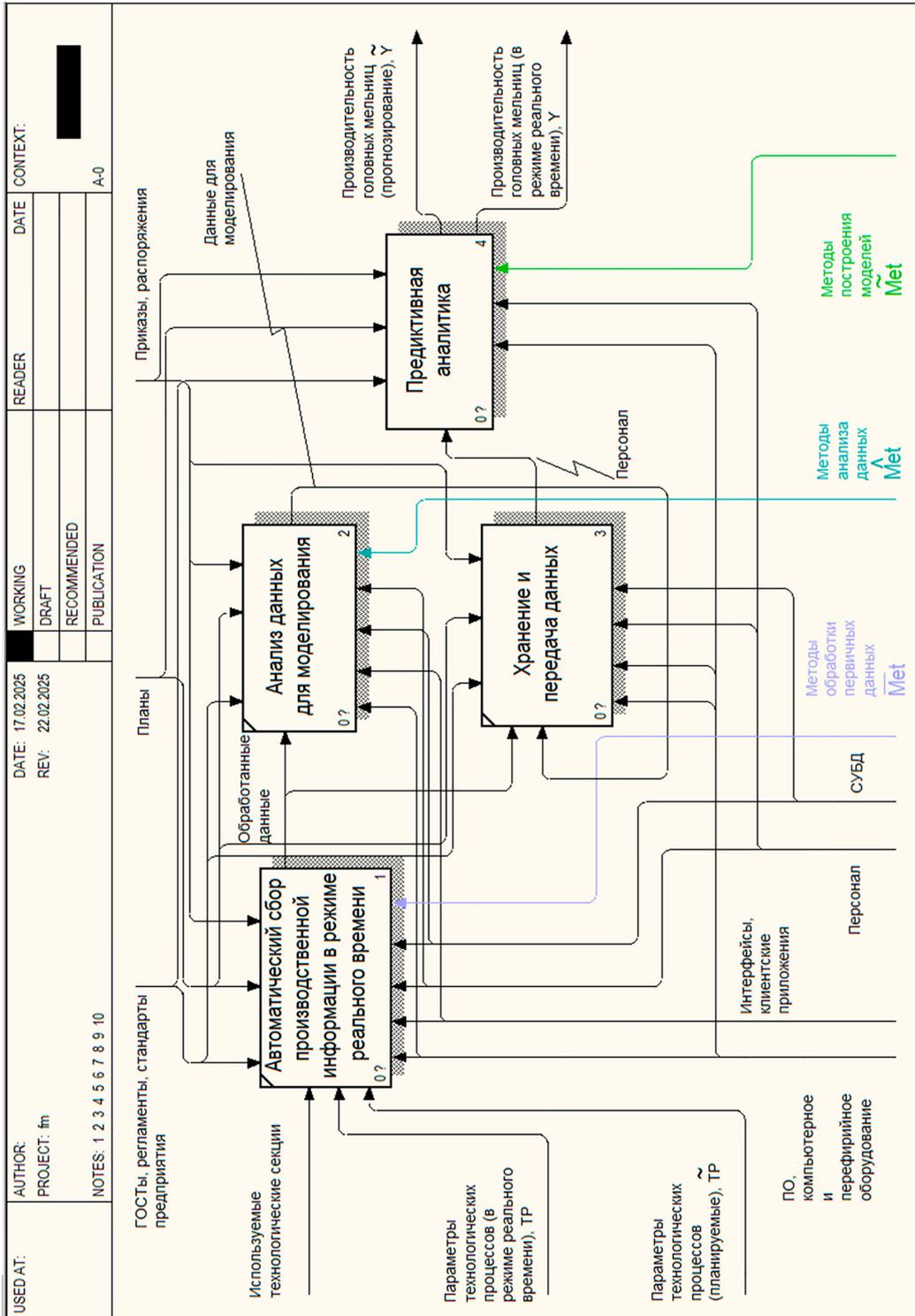


Рис. 4. Детализация функциональной модели ППА
 Источник: составлено авторами на основе [17]

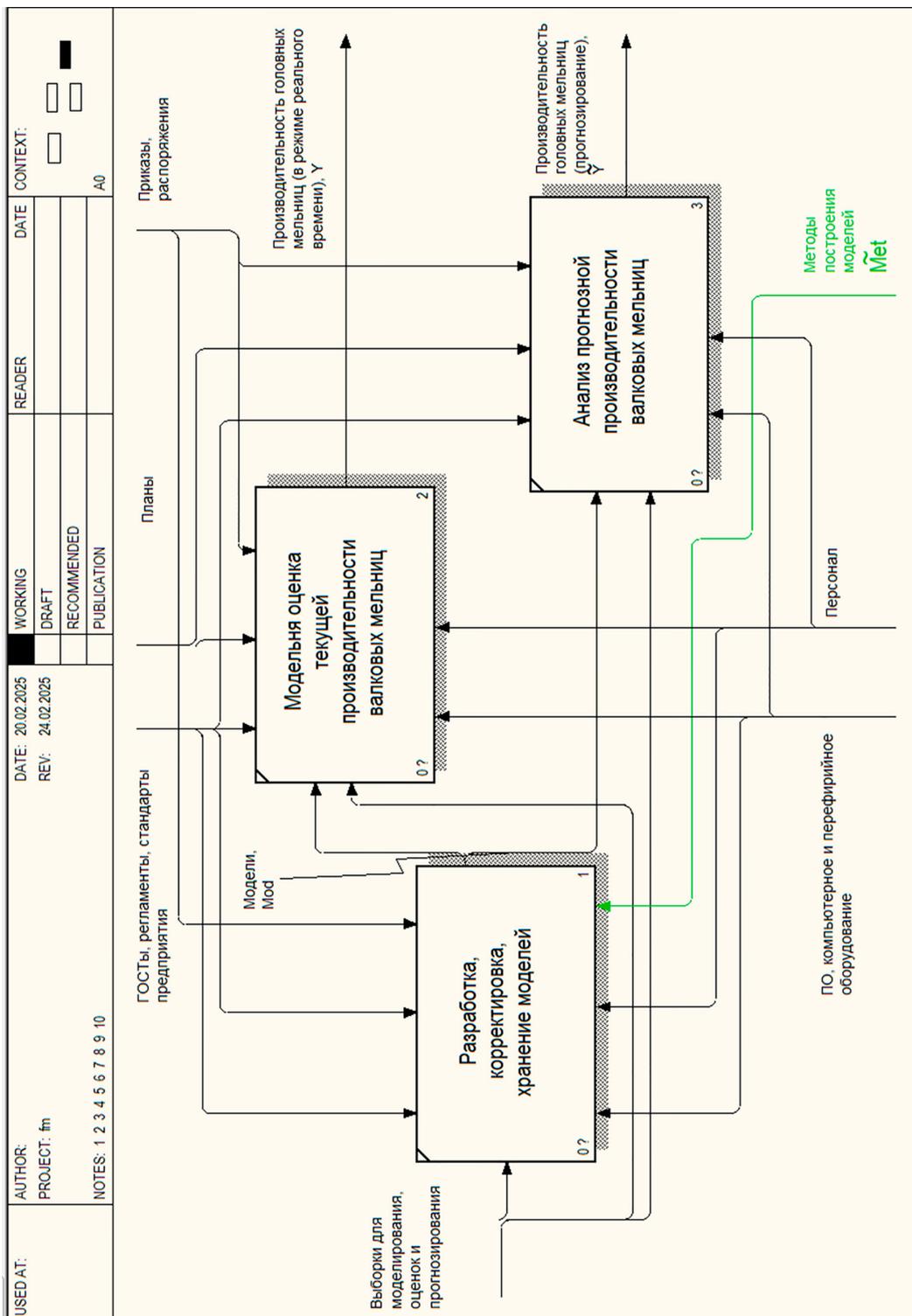


Рис. 5. Детализация функции «Предиктивная аналитика» в ППА
 Источник: составлено авторами на основе [17]

– методы анализа данных \widehat{Met} для построения адекватных моделей оценки и прогнозирования производительности измельчительного оборудования, эффективности работы ОФ, при этом они включают как традиционные – \widehat{Met}' , так и специально разработанные – \widehat{Met}'' : $\widehat{Met} Met; \subset \widehat{Met}' \subset \widehat{Met}$, $\widehat{Met}'' \subset \widehat{Met}$;

– методы построения математических и ситуационных моделей, $\widehat{Met} \subset Met$.

Также отметим Mod – множество моделей и алгоритмов, используемых S_n , отражающее необходимые причинно-следственные связи, в том числе на основе использования традиционных и предложенных методов из множества Met : $Mod = \{Mod_1, \dots, Mod_m, \dots, Mod_M\}$, $m = \overline{1, M}$, где M – общее число моделей. Mod_m – суть отображения на введенных множествах концептуальной модели ППА (2).

$$\begin{aligned} Mod_m : TP^m \times \Omega^m \times Met^m &\rightarrow Y, \\ \widetilde{TP}^m \times \Omega^m \times Met^m &\rightarrow \widetilde{Y}, \\ TP^m, \widetilde{TP}^m &\subset TP; \\ \Omega^m &\subset \Omega; \\ Met^m &\subset Met, \\ Met^m = \overline{Met}^m \cup \widehat{Met}^m \cup \widetilde{Met}^m; \\ \widehat{Met}^m &= \widehat{Met}'^m \cup \widehat{Met}''^m. \end{aligned} \quad (2)$$

где Q – множество отношений подсистем и элементов ППА, реализующих процесс их взаимодействия и определяющих внутреннюю структуру исследуемой системы и ее компонентов. Часть подобных отношений уже представлена выше при описании множеств из концептуальной модели (1) и при описании процесса моделирования в (2).

Согласно представленной в (1) концептуальной модели, проведем построение функциональной модели ППА с детализацией, что позволит продемонстрировать функции, подфункции и задачи во взаимосвязи, выявить основные информационные потоки, определить научно обоснованные методы актуализации функций, выявить комплекс необходимых для разработки моделей (2).

На рисунках 3–5 схематично представлены функциональные модели ППА, отражающие параметры состояния системы и ее основные функции во взаимодействии, а также механизмы воздействия.

Как демонстрируют функциональные модели ППА, для организации эффективного функционирования подобной подсистемы интегрирующего уровня автома-

тизированного управления ОФ ГОК необходимы разработка комплекса методов анализа производственных данных и создание специального математического обеспечения для оценки и прогнозирования производительности валковых мельниц с целью повышения эффективности работы ОФ в целом. Это связано с рациональным оперативным планированием производственных ресурсов, в том числе с планированием работ по устранению причин возникновения ошибок измерений параметров, выдачей рекомендаций по ведению производственных процессов в соответствии с принятыми решениями, правильным формированием плановых финансово-экономических показателей фабрики на предстоящий период.

Заключение

Проведенный анализ существующих уровней автоматизации на ОФ ГОК выявил необходимость введения в состав интегрирующего уровня между АСУТП и АСУП, обеспечивающего трансформацию производственных данных в своевременные результативные решения по регулированию эффективности производства, специализированной ППА, которая наделяется функциями оценки и прогнозирования производительности измельчительного оборудования в различных режимах, в том числе при изменении качественных характеристик сырья и производственных условий / требований.

ППА впервые будет осуществлять оперативную модельную оценку производительности ОФ ГОК как в режиме онлайн, так и в прогнозируемом режиме.

Разработанные концептуальная теоретико-множественная и функциональные модели ППА позволили не только выявить и детализировать ее основные функции и предполагаемую структуру, но и определить, какие механизмы требуется разработать для организации ее эффективного функционирования при практическом внедрении в процессах автоматизированного управления производством на современных ОФ ГОК. Подобным механизмом является комплекс методов Met для обработки широкого спектра технологических параметров во множестве TP и для создания специальных математических моделей Mod , реализующих необходимые причинно-следственные связи для оценок и прогнозирования. Такой подход может существенно приблизить процессы обогащения к устойчивой производительности качественного продукта на выходе с минимизацией влияния человеческого фактора.

Список литературы

1. Lukichev S.V. Mining Institute KSC RAS, Apatity, Russian Federation // Russian Mining Industry. 2021. Vol. 4. P. 73-79. DOI: 10.30686/1609-9192-2021-4-73-79.
2. Эндерев В.А. Состояние и перспективы развития системы управления горно-обогатительным производством в черной металлургии // Современные научные исследования и инновации. 2012. № 8. URL: <https://web.snauka.ru/issues/2012/08/16352> (дата обращения: 06.02.2025).
3. Грачев В.В., Циряпкина А.В., Мышляев Л.П., Иванов Д.В., Цветков А.Б., Прокофьев С.В., Шипунов М.В. Модернизация верхнего уровня автоматизированной системы управления технологическими процессами обогатительной фабрики «Антоновская» с использованием пакета WONDERWARE SYSTEM PLATFORM 2017 // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. 2018. № 4 (26). С. 46-51. URL: <https://vestnik.sibsiu.ru/index.php/vestnik/article/view/383> (дата обращения: 06.02.2025).
4. Швабауэр А.Я. Управление ГОКом для соблюдения решений проекта // Цифровые технологии в горном деле: тезисы докладов Всероссийской научно-технической конференции (г. Апатиты, 13-16 июня 2023). Апатиты: Издательство Колышайкинского научного центра Российской академии наук, 2023. С. 72-73.
5. Закамалдин А.А. Оптимальное управление процессом измельчения в шаровой мельнице с применением прогнозирующей модели. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Томск: Национальный исследовательский Томский политехнический университет. 2022. 179 с.
6. Zakamaldin A.A., Plastunova S.N., Shilin A.A. Problems of automated control and avoiding of overloading drum mills with ore // Безопасность: Информация, Техника, Управление: сборник изданных статей по материалам Международной научной конференции (г. Санкт-Петербург, 30 декабря 2019). Санкт-Петербург: Издательство: Частное научно-образовательное учреждение дополнительного профессионального образования Гуманитарный национальный исследовательский институт «НАЦРАЗВИТИЕ», 2020. С. 49-52.
7. Гвишиани А.Д., Никитина И.М., Алёшин И.М. Большие данные как продукт обогатительной фабрики: реальность и перспективы на примере угля // Russian Journal of Earth Sciences. 2023. № 23. DOI: 10.2205/2023es000862.
8. Коровин Д.Е., Грачев В.В., Мышляев Л.П., Раскин М.В., Пургина М.В. Особенности внедрения SCADA-СИСТЕМЫ GENESIS64 в условиях ОФ ООО СП «Барзасское товарищество» // Системы автоматизации (в образовании, науке и производстве): труды XIII Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием). (г. Новокузнецк, 02-03 декабря 2021). Новокузнецк: Издательство Сибирский государственный индустриальный университет, 2021. С. 197-201.
9. Башков Д.А., Веселов В.А., Исаев Е.А. Опыт создания АСУТП на Николаевской обогатительной фабрике // Горный журнал. 2016. № 11. С. 85-89. DOI: 10.17580/gzh.2016.11.16.
10. Курышев Е.В., Грачев В.В., Кулошин Г.А., Макаров Г.В., Мышляев Л.П., Халимов В.В. Применение аналитических инструментов masterscada 4D для повышения эффективности управления качеством производства обогатительной фабрики полиметаллов // Научные технологии разработки и использования минеральных ресурсов. 2024. №10. С. 179-183. URL: <https://library.sibsiu.ru/LibrPublicationsSectionsPublicationsFiles.asp?lngSection=94&lngPublication=443> (дата обращения: 06.02.2025).
11. Изюмцев А.А., Клебанов Д.А. Открытое ПО – залог повышения эффективности цифровой трансформации горной промышленности // Рациональное освоение недр. 2022. № 5 (67). С. 68-71. URL: <https://www.roninfo.ru/about/archiv-pomerov/2022/racziionalnoe-osvoenie-ne-dr-%E2%84%96-5/2022> (дата обращения: 06.02.2025).
12. Заернюк В.М., Курбанов Н.Х., Седова Е.И., Шийко В.Г. Актуальные вопросы цифровизации учетно-аналитического обеспечения горногеологической отрасли // <https://elibrary.ru/item.asp?id=50093401> Экономика и управление: проблемы, решения. 2022. № 11 (131). С. 127-134. DOI: 10.36871/ek.up.p.r.2022.11.02.020.
13. Topalov A.V., Kaynak O. Neural network modeling and control of cement mills using a variable structure systems theory based on-line learning mechanism // Journal of Process Control. 2004. Vol. 14. № 5. P. 581-589. DOI: 10.1016/j.jprocont.2003.10.005.
14. Павлюк Н.А. Математические и алгоритмические модели реконфигурации модульной робототехнической системы // Вестник КРАУНЦ. Секция: Физ.-мат. науки. 2020. Т. 33, № 4. С. 122-131. DOI: 10.26117/2079-6641-2020-33-4-122-131.
15. Савельев М.Ю. Построение интегрированных автоматизированных систем управления НПЗ/ХХК // Автоматизация в промышленности. 2024. № 6. С. 13-24. DOI: 10.25728/avtprom.2024.06.02.
16. Ташенова Л.В., Мамраева Д.Г., Кульжамбекова Б.Ш. Анализ бизнес-моделей промышленных предприятий Казахстана в условиях цифровой трансформации // Вестник Академии знаний. 2023. № 5. (58). С. 515-524. URL: <https://academiyadt.ru/online-zhurnal-vestnik-akademii-znaniy-vaz-58/> (дата обращения: 06.02.2025).
17. Гасанов Э.Р., Смирнова Д.А., Шура И.А. Комплексный подход в решении задач цифрового производства // Автоматизация в промышленности. 2024. № 2. С. 48-53. DOI: 10.25728/avtprom.2024.02.13.

УДК 533.6.011.6
DOI 10.17513/snt.40320

ОПТИМИЗАЦИЯ ГЕОМЕТРИИ ВХОДНОГО СОПЛА ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГАЗОДИНАМИЧЕСКОЙ СТРАТИФИКАЦИИ В ТРУБЕ ЛЕОНТЬЕВА

Ковальногов В.Н., Рудник Р.С., Матвеев А.Ф., Азылов Т.З.

Ульяновский государственный технический университет, Ульяновск,
e-mail: kuvaldatmb99@gmail.com

Целью исследования является оптимизация с помощью математического моделирования геометрии входного сопла в трубе Леонтьева для повышения эффективности газодинамической стратификации в условиях отсутствия внешнего теплообмена. В отличие от существующих подходов, в которых преимущественно рассматриваются сопла Лаваля для ракетных и холодногазовых систем, в данном исследовании впервые анализируются колоколообразные и кольцевые конфигурации сопел в связи с процессом энергоразделения в трубе Леонтьева. Численное моделирование выполнено в программном комплексе ANSYS Fluent с использованием уравнений Навье–Стокса и турбулентной модели Shear Stress Transport. Результаты показывают, что колоколообразное сопло обеспечивает более стабильный сверхзвуковой поток и снижает псевдошоковые потери, а кольцевое сопло, напротив, формирует высокую интенсивность локального перераспределения энергии, сопровождающуюся ростом турбулентных потерь. Полученные результаты подчеркивают важность выбора оптимальной конфигурации сопла для достижения максимальной эффективности работы теплообменных устройств. В заключение сделан вывод о предпочтительности использования колоколообразных сопел в системах, требующих стабильного перераспределения энергии, а также обозначены возможные направления дальнейших исследований. Данные результаты могут быть применены при проектировании систем теплообмена для газотранспортных и энергетических установок.

Ключевые слова: газодинамическая стратификация, сопло Лаваля, численное моделирование, колоколообразное сопло, эффективность

Исследование выполнено при поддержке гранта Президента Российской Федерации по проекту НШ-28.2022.4.

OPTIMIZATION OF INLET NOZZLE GEOMETRY TO ENHANCE THE EFFICIENCY OF GAS-DYNAMIC STRATIFICATION IN THE LEONTIEV TUBE

Kovalnogov V.N., Rudnik R.S., Matveev A.F., Azylov T.Z.

Ulyanovsk State Technical University, Ulyanovsk, e-mail: kuvaldatmb99@gmail.com

The aim of the study is to optimize the geometry of the inlet nozzle in the Leontiev tube using mathematical modeling to enhance the efficiency of gas-dynamic stratification under conditions of no external heat exchange. Unlike existing approaches, which predominantly focus on Laval nozzles for rocket and cold-gas systems, this study is the first to analyze bell-shaped and annular nozzle configurations in conjunction with the energy separation process in the Leontiev tube. Numerical modeling was performed in the ANSYS Fluent software package using the Navier–Stokes equations and the turbulence model of kinetic energy and specific dissipation rate. The results show that the bell-shaped nozzle provides a more stable supersonic flow and reduces shock-related losses, while the annular nozzle, on the other hand, generates a high intensity of local energy redistribution, accompanied by an increase in turbulent losses. The obtained results highlight the importance of selecting the optimal nozzle configuration to achieve maximum efficiency in heat exchanger performance. The conclusion suggests the preference for bell-shaped nozzles in systems that require stable energy redistribution, and identifies potential directions for further research. These results can be applied in the design of heat exchange systems for gas transportation and energy installations.

Keywords: gas-dynamic stratification, Laval nozzle, numerical modeling, bell-shaped nozzle, efficiency

The study was supported by a grant from the President of the Russian Federation under project NSh-28.2022.4.

Введение

В современных исследованиях газодинамических систем математическое моделирование играет ключевую роль, обеспечивая точное описание и прогнозирование поведения потоков газа в различных условиях. Труба Леонтьева (ТЛ) представляет собой теплообменный аппарат типа «труба в трубе» [1], основанный на принципе га-

зодинамической температурной стратификации, которая позволяет перераспределять энергию между дозвуковым и сверхзвуковым потоками без внешнего теплообмена (рис. 1). Этот процесс критически зависит от геометрии входного сопла, которое определяет параметры потока, такие как число Маха, распределение давления и температуры.

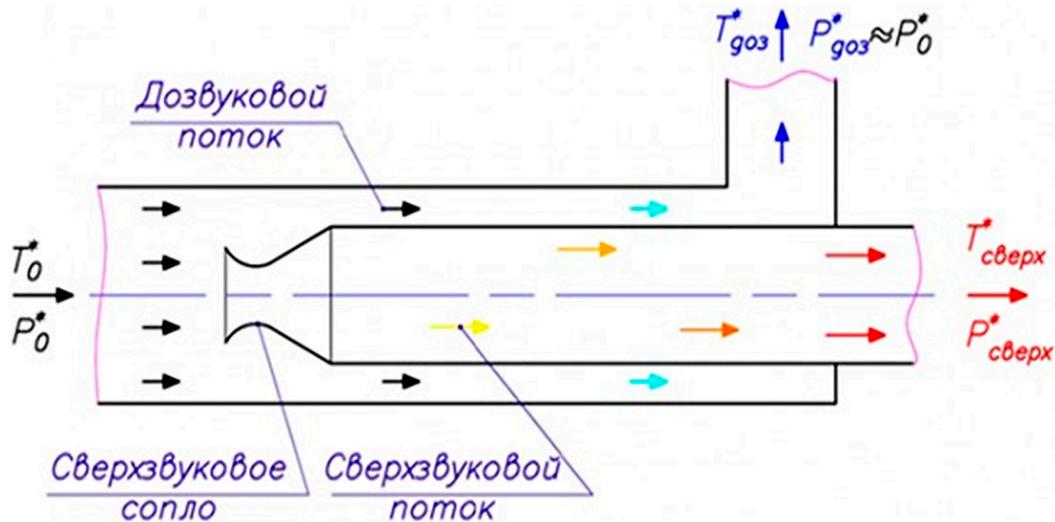


Рис. 1. Схема трубы Леонтьева
Источник: составлено авторами по [4]

Несмотря на обширные исследования сопел Лавала, применяемых для ракетных двигателей и аэродинамических труб [2, 3], их использование в системах с газодинамической стратификацией остается недостаточно исследованным. В частности, до сих пор слабо раскрыты вопросы влияния типа сопла (колоколообразного или кольцевого) на интенсивность псевдошоковых волн, турбулентные потери и устойчивость потока в условиях трубы Леонтьева.

ТЛ эффективно разделяет поток на зоны с пониженной и повышенной температурами, что делает ее полезной для улучшения теплообмена и предотвращения образования гидратов в газопроводах [5]. Кроме того, перспективной областью применения является повышение энергоэффективности и надежности в автомобильных газонаполнительных компрессорных станциях (АГНКС), где оптимальная температура сжатого газа и снижение тепловой нагрузки на оборудование имеют ключевое значение для стабильной и экономичной работы компрессорных агрегатов.

В большинстве работ, таких как исследование О. Dumitrescu с соавторами, фокус сделан на оптимизации сопел для создания тяги или управления двухфазными потоками, при этом игнорируются особенности теплообмена через перегородку в коаксиальных каналах [6]. Например, найдены исследования, посвященные двойным соплам и устойчивости потока в переменных условиях, однако влияние геометрии на температурную стратификацию не рассматривалось [7, 8].

Хотя общие закономерности, влияющие на форму сопла Лавала (например, углы су-

жения и расширения), достаточно хорошо описаны в научной литературе, для трубы Леонтьева требуется оптимизация, учитывающая особенности теплообмена через перегородку, а также требуемую разницу температур торможения между каналами [9]. Например, работа по оценке влияния входного стагнационного давления и объемного нагрева на конденсационный водяной пар в сверхзвуковом сопле Лавала продемонстрировала, что небольшое увеличение входного давления может компенсировать снижение массового расхода при наличии теплового воздействия [10].

В отличие от предыдущих работ, где сопла изучались изолированно [9–11], в данной статье предложена интегральная модель, учитывающая взаимодействие газодинамических и тепловых процессов в коаксиальных каналах.

В одной из работ численно анализировались потоки в соплах с использованием модели $k-\epsilon$, но без сравнения с $k-\omega$ SST (Shear Stress Transport), которая более точно описывает пристеночные турбулентные эффекты [12]. Это создает пробел в понимании оптимальной конфигурации сопла для систем с ограниченным пространством и высокими требованиями к стабильности потока.

Кроме того, найдены работы, где исследуется влияние длины сопла на эффективность разделения энергии в ТЛ с использованием газа с низким числом Прандтля. Установлено, что увеличение длины сопла улучшает разделение энергии, это делает систему более эффективной для использования в теплообменниках [13].

Другое исследование акцентирует внимание на диссипативных эффектах, которые играют важную роль в температурной стратификации [14]. В данной работе рассматривается влияние этих эффектов на изменение температуры в газовых потоках, что напрямую воздействует на эффективность теплообмена в трубах Леонтьева. В частности, исследуется, как трение и другие потери энергии изменяют структуру температурной стратификации и общий теплообмен в системах.

Исследования показали, что геометрия и расположение сопел существенно воздействуют на эффективность охлаждения газовыми струями [15]. В частности, выявлены различия в теплоотводе в зависимости от типа сопел, а также расстояния между соплом и охлаждаемой поверхностью, что напрямую влияет на тепловую эффективность и распределение температуры.

Сопла Лавала являются ключевыми элементами для формирования сверхзвуковых потоков, преобразующих потенциальную энергию тепла и давления газа в кинетическую энергию (рис. 2). Эта способность делает их незаменимыми в инженерных системах, таких как ракетные двигатели, гиперзвуковые испытательные камеры и системы теплообмена.

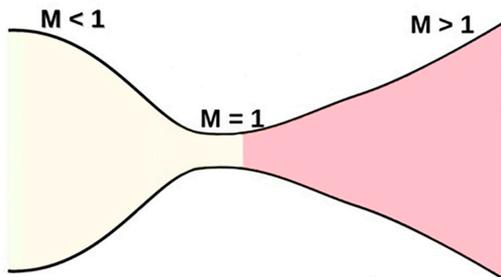


Рис. 2. Схема сопла Лавала
Источник: составлено авторами по [16]

Основной принцип работы сопла Лавала заключается в последовательном изменении площади поперечного сечения канала. Сужающаяся часть сопла (конвергентный участок) ускоряет поток газа в дозвуковом режиме, приводя его к звуковой скорости в горловине. После горловины, в дивергентной части сопла, поток продолжает ускоряться, достигая сверхзвуковых скоростей.

Различные исследования подтвердили важность геометрии сопел для достижения оптимальных параметров работы. Основные виды сопел включают:

1) конические сопла с линейной геометрией, которые просты в изготовлении и обеспечивают стабильные потоки;

2) колоколообразные сопла, которые имеют классическую сходящуюся-расходящуюся форму; их плавные контуры минимизируют турбулентность и потери энергии. Сопла данной конфигурации являются темой данного исследования;

3) кольцевые сопла, используются для управления потоком в сложных условиях, обеспечивая высокую точность регулирования параметров.

Каждый тип имеет свои преимущества в зависимости от приложения. Например, конические сопла подходят для простых систем, тогда как колоколообразные используются в высокоточных инженерных задачах [17].

Цель исследования: провести сравнительный анализ колоколообразных и кольцевых сопел Лавала, применяемых в трубе Леонтьева, и определить влияние их геометрии на распределение давления, скорости и температуры в дозвуковом и сверхзвуковом потоках для обоснования оптимальных параметров, повышающих эффективность газодинамической стратификации.

Материалы и методы исследования

В рамках данного исследования для численного анализа газодинамических процессов в трубе Леонтьева применен программный комплекс ANSYS Fluent, который решает систему уравнений Навье–Стокса, описывающих движение вязкого сжимаемого газа. Данный подход основан на фундаментальных уравнениях сохранения массы, импульса и энергии, а также уравнении состояния рабочего тела, что позволяет точно моделировать поведение сверхзвуковых и дозвуковых потоков в сложных геометрических конфигурациях.

Уравнение сохранения массы (неразрывности):

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho v) = 0, \quad (1)$$

где ρ – плотность газа, v – вектор скорости.

Уравнение сохранения импульса (Навье–Стокса):

$$\frac{\partial (\rho v)}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho v v) = -\nabla p + \nabla \cdot \tau + F, \quad (2)$$

где p – давление, τ – тензор вязких напряжений, F – внешние силы.

Уравнение энергии:

$$\frac{\partial (\rho E)}{\partial t} + \nabla \cdot (v(\rho E + p)) = \nabla \cdot (k \nabla T) + S_h, \quad (3)$$

где $E = e + \frac{v^2}{2}$ – полная энергия, k – коэффициент теплопроводности, T – температура, S_h – источник тепла.

Уравнение состояния идеального газа:

$$p = \rho RT, \quad (4)$$

где R – удельная газовая постоянная.

Для учета турбулентных эффектов применена модель турбулентности k – ω SST, которая описывается следующими уравнениями:

Уравнение для кинетической энергии турбулентности k :

$$\frac{\partial(\rho k)}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho v k) = \nabla \cdot \left(\frac{\mu_t}{\sigma_k} \nabla k \right) + G_k - \rho \omega, \quad (5)$$

где G_k – генерация турбулентной кинетической энергии, μ_t – турбулентная вязкость, σ_k – коэффициент Прандтля для k .

Уравнение для удельной скорости диссипации турбулентной энергии ω :

$$\frac{\partial(\rho \omega)}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho v \omega) = \nabla \cdot \left(\frac{\mu_t}{\sigma_k} \nabla \omega \right) + \frac{\rho \gamma G_k}{\mu_t} - \rho \beta \omega^2, \quad (6)$$

где γ и β – эмпирические константы модели, μ_t – турбулентная вязкость, σ_k – коэффициент Прандтля для ω .

Граничные условия для моделирования включают задание полного давления и температуры на входе сопла, статического давления на выходе, а также условия прилипания и адиабатичности на стенках. Эти граничные условия отражают реальные эксплуатационные параметры системы и обеспечивают устойчивость численных расчетов.

Расчеты выполнялись в стационарной постановке с использованием схемы второго порядка точности. Для турбулентного течения была выбрана модель k – ω SST, наиболее подходящая в областях с интенсивными градиентами скорости. Плотность газа рассчитывали с использованием модели идеального газа.

Расчетная область была разделена на несколько зон:

1) зону с наиболее плотной сеткой вдоль стенок внутреннего канала, где происходит теплообмен;

2) зону вдоль оси внутреннего канала и центральной части окружности кольцевого канала, где наблюдаются наибольшие значения скорости и температуры;

3) зону с менее плотной сеткой в оставшейся части области.

Базовый размер ячеек составлял 0,001 м. При увеличении размера сетки наблюдалось снижение точности расчетов, а при уменьшении – значительный рост временных затрат. Установленный базовый размер был признан оптимальным с точки зрения точности и вычислительных ресурсов.

На входе в расчетную область задавалось полное давление $P_{total} = 280\,000$ Па и начальное избыточное давление $P_{supersonic} = 200\,000$ Па, что соответствует условиям, близким к

реальным эксплуатационным параметрам для обеспечения устойчивого течения в каналах. На выходе задавалось избыточное давление $P_{gauge} = 50\,000$ Па.

Расчеты проводили до достижения остаточных невязок на уровне 10^{-6} . Особое внимание было уделено анализу скорости сходимости для различных конфигураций сетки и параметров модели.

Результаты исследования и их обсуждение

В рамках численного анализа выполнено моделирование двух типов сопел Лаваля: колоколообразного и конического. Для каждой конфигурации проведен анализ распределения температуры, скорости и давления потока газа.

На рисунке 3 показано распределение температуры.

Колоколообразное сопло (слева) характеризуется плавным изменением температуры, тогда как в кольцевом сопле (справа) температура газа в кольцевом канале значительно повышается, этот эффект обусловлен переходом сверхзвукового потока в дозвуковой через псевдошоковые волны (рис. 4).

На рисунке 5 представлено распределение давления. В кольцевом сопле наблюдаются резкие перепады давления в дивергентной части, связанные с переходом через псевдошоковые волны. В колоколообразном сопле давление изменяется более плавно, что снижает вероятность образования ударных волн.

На рисунке 6 представлено распределение температуры и давления вдоль сопел.

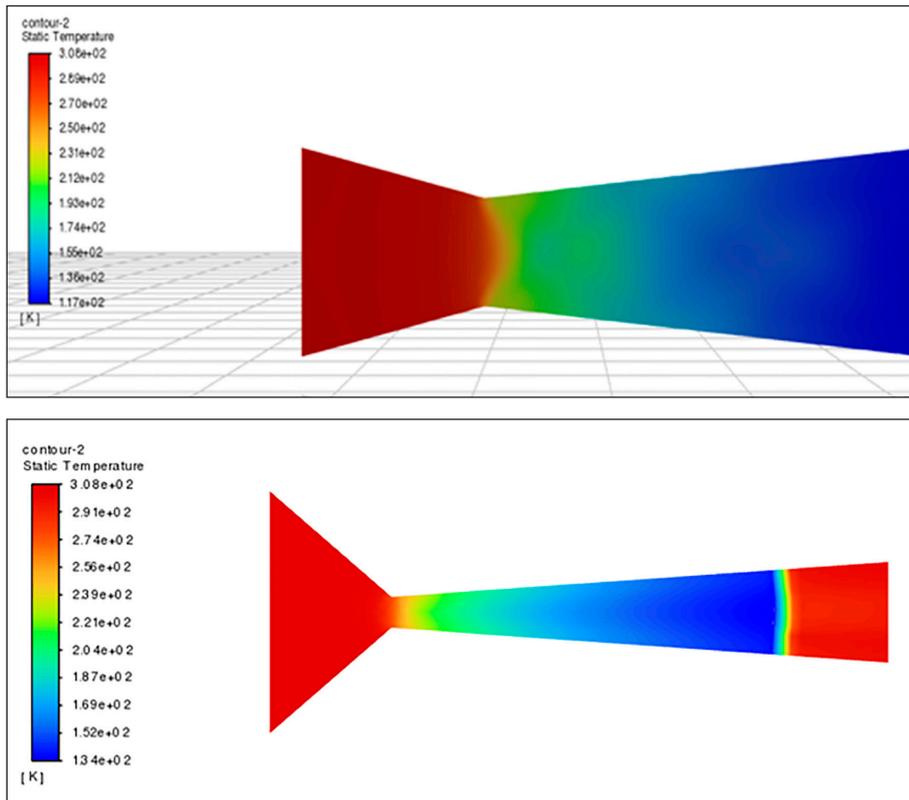


Рис. 3. Сцены распределения температуры
 Источник: составлено авторами

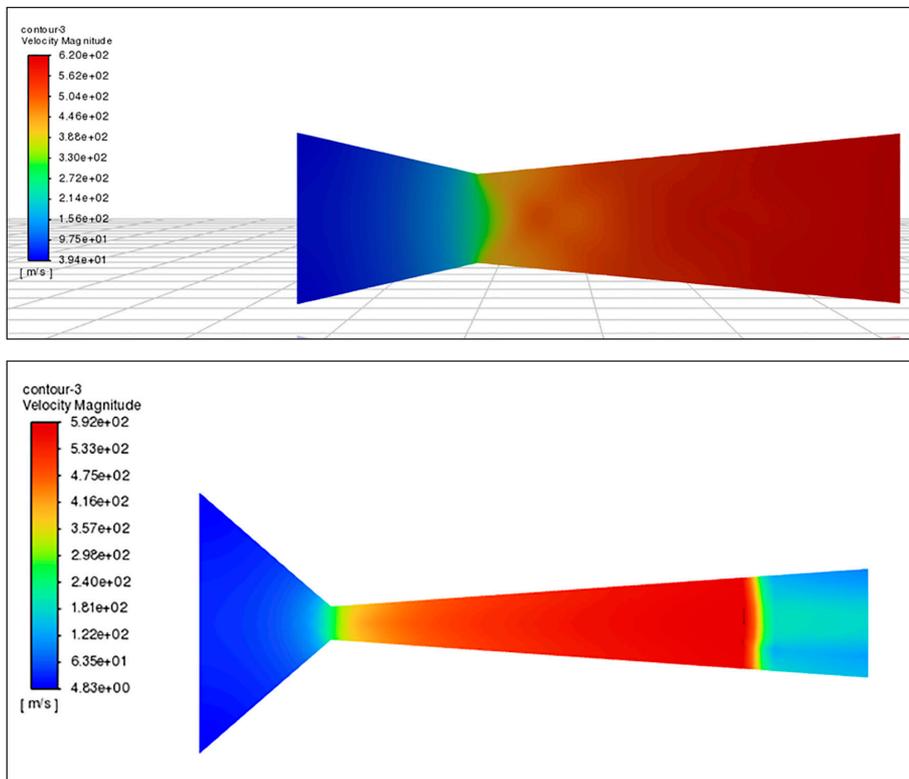


Рис. 4. Сцены распределения скорости
 Источник: составлено авторами

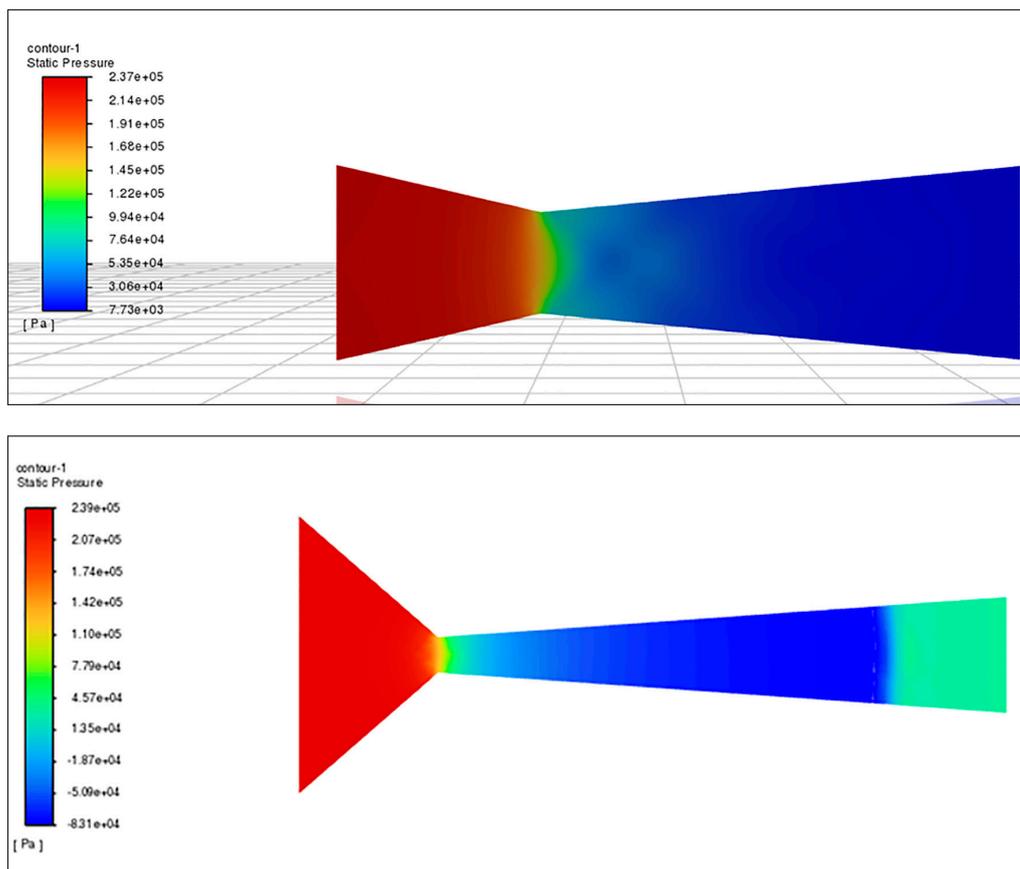


Рис. 5. Сцены распределения давления (составлено авторами)

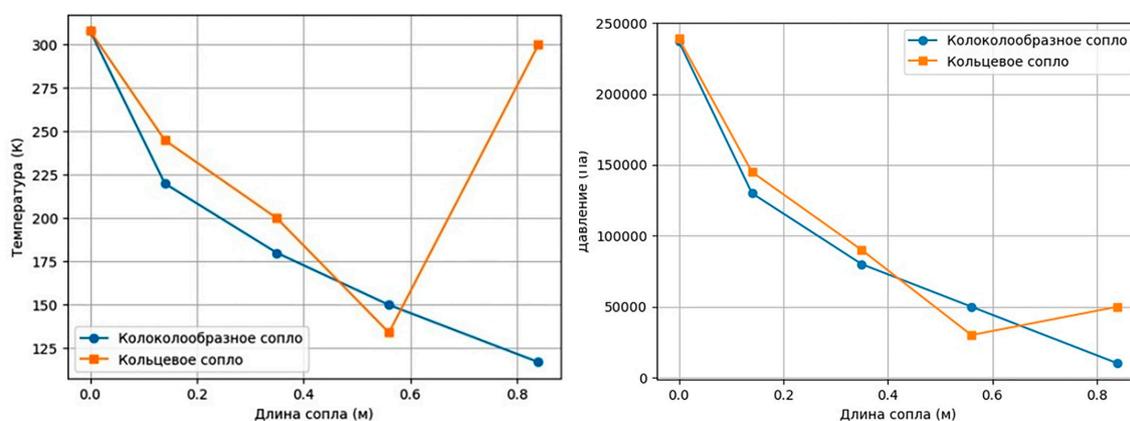


Рис. 6. Сцены распределения температуры и давления вдоль сопел
Источник: составлено авторами

Колоколообразное сопло демонстрирует плавное уменьшение температуры от входа к выходу, достигая минимального значения 117 К. В кольцевом сопле наблюдается аналогичное снижение температуры, однако в конце отмечается ее повышение до 300 К, что связано с особенностями аэродинамики данного типа сопла. В то же время давление в коло-

лообразном сопле плавно снижается от 237 000 Па на входе до 10 000 Па на выходе. В кольцевом сопле после снижения до 30 000 Па в сужающейся части давление увеличивается до 50 000 Па перед выходом, что связано с формированием псевдошоковой волны.

На рисунке 7 представлено распределение скорости вдоль сопел.

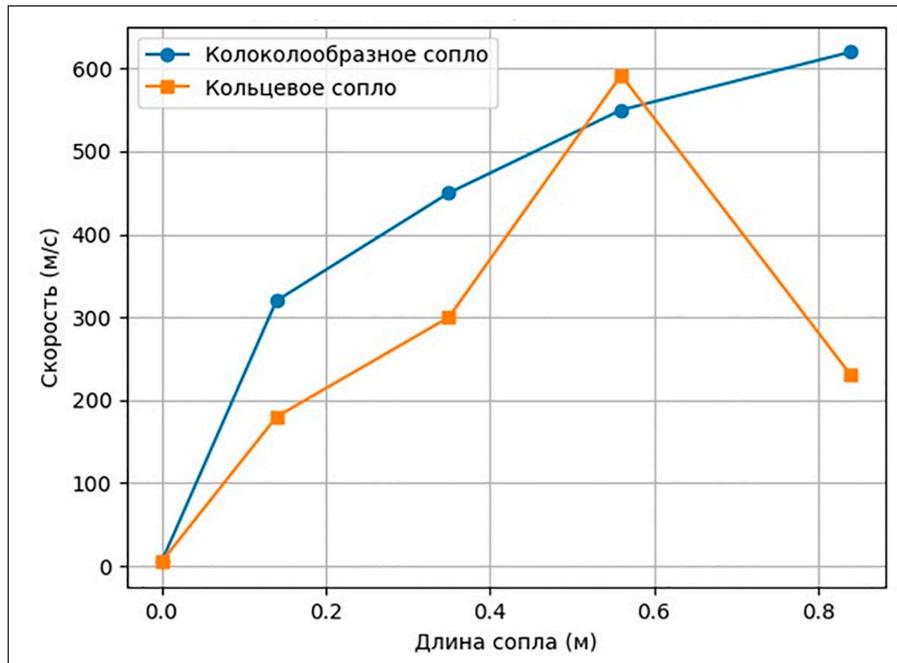


Рис. 7. Распределение скорости вдоль сопел
Источник: составлено авторами

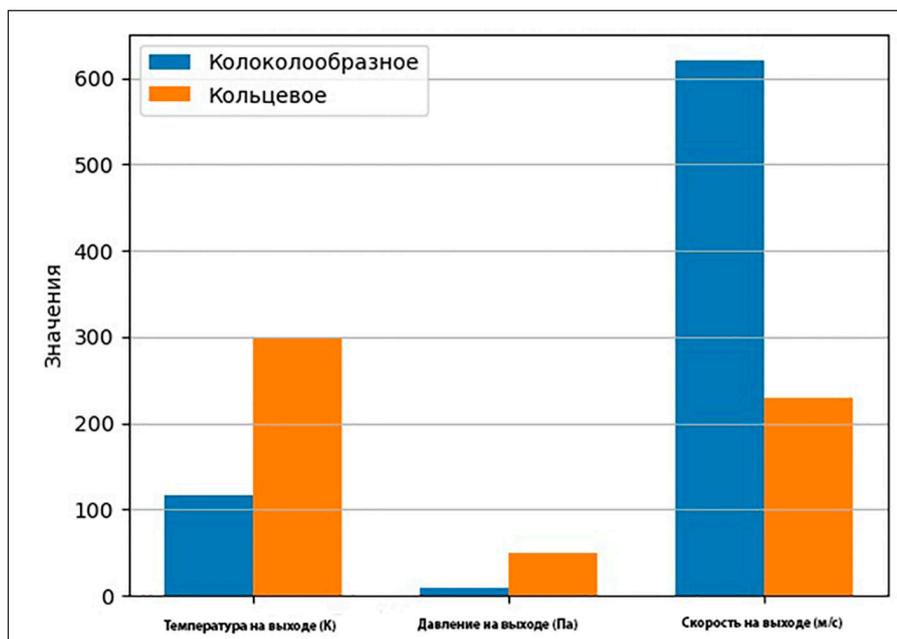


Рис. 8. Сравнение параметров на выходе сопел
Источник: составлено авторами

Колоколообразное сопло демонстрирует устойчивое увеличение скорости до 620 м/с на выходе. В кольцевом сопле скорость также возрастает, но в финальной четверти наблюдается ее снижение до 230 м/с, что связано с перераспределением энергии потока. На рисунке 8 приведено сравнение параметров на выходе сопел.

Колоколообразное сопло обеспечивает более низкую температуру и давление, но максимальную скорость. Кольцевое сопло отличается повышенными значениями температуры и давления, но меньшей скоростью на выходе.

Основные достоинства и недостатки представленных сопел в таблице.

Достоинства и недостатки каждой конфигурации сопла

Конфигурация сопла	Достоинства	Недостатки
Колоколообразное сопло	Плавное изменение параметров потока снижает вероятность образования ударных волн	Более сложная конструкция, что может увеличивать затраты на производство
	Высокая стабильность потока и минимальные потери энергии	Меньшая интенсивность перераспределения энергии в условиях высоких нагрузок
	Обеспечивает лучшее перераспределение энергии между дозвуковым и сверхзвуковым потоками	
Коническое сопло	Простая геометрия, что снижает производственные издержки	Резкие градиенты давления и температуры создают турбулентные зоны
	Более высокая интенсивность перераспределения энергии	Имеется вероятность формирования псевдошоковых волн, снижающих эффективность

Примечание: составлено авторами на основе численного моделирования в ANSYS Fluent.

Для верификации численной модели входного сопла – критически важного элемента трубы Леонтьева – результаты моделирования были сопоставлены с экспериментальными данными из работы Dumitrescu с соавторами, где проводились испытания сопла Лавала с холодным газом [18]. Сравнение показало, что численное значение давления на выходе колоколообразного сопла (10 000 Па) отклоняется от экспериментального значения (примерно 15 000 Па) менее чем на 33%, что в контексте сложной геометрии и турбулентных эффектов считается приемлемым. Распределение скорости (620 м/с) также находится в пределах экспериментального диапазона (300–600 м/с) с отклонением около 3%, что подтверждает надежность модели $k-\omega$ Shear Stress Transport (SST) для описания сверхзвуковых потоков в условиях исследования.

Результаты моделирования подтверждают и дополняют данные литературы, показывая, что колоколообразные сопла Лавала обеспечивают стабильное перераспределение энергии между дозвуковым и сверхзвуковым потоками, снижая турбулентные потери и повышая эффективность системы. Конические сопла, напротив, усиливают локальное перераспределение энергии, но при этом отмечен рост турбулентных эффектов и псевдошоковых волн, что снижает их эффективность [19].

Новизна исследования заключается в анализе колоколообразных и кольцевых сопел в контексте трубы Леонтьева, что позволило выявить специфические закономерности, такие как влияние геометрии сопла на псевдошоковые волны, и их связь с температурной стратификацией.

Заключение

Использование колоколообразных сопел в конструкции трубы Леонтьева позволяет повысить эффективность устройства за счет минимизации турбулентных потерь и обеспечения стабильной работы системы. Конические сопла, несмотря на их простоту, лучше подходят для задач, где требуется интенсивное перераспределение энергии, но их применение ограничено высокими потерями энергии и сниженной устойчивостью процессов.

В перспективе полученные результаты могут найти применение при совершенствовании автомобильных газонаполнительных компрессорных станций, где рациональное распределение тепловой энергии в процессе сжатия служит одним из ключевых условий надежной и экономичной работы компрессоров.

Список литературы

1. Леонтьев А.И. Температурная стратификация сверхзвукового газового потока // Доклады академии наук. Энергетика. 1997. Т. 354, № 4. С. 475–477.
2. Chanphavong L. Numerical investigation of premixed combustion of producer gas with hydrogen injection in a cyclonical chamber // Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects. 2024. Vol. 46. № 1. P. 3644–3662. DOI: 10.1080/15567036.2024.2323154.
3. Baloni B.D., Kumar S.P., Channiwalwa S.A. Computational Analysis of Bell Nozzles // Proceedings of the 4th International Conference of Fluid Flow, Heat and Mass Transfer (FFHMT'17): materials conf. (Toronto, Canada, August 21–23, 2017). Toronto: International ASET Inc. 2017. P. 110–1–110–6. DOI: 10.11159/ffhmt17.110. URL: https://avestia.com/FFHMT2017_Proceedings/files/paper/FFHMT_110.pdf (дата обращения: 17.02.2025).
4. Попович С.С., Здитовец А.Г., Киселёв Н.А., Макарова М.С. Исследование возможностей использования эффекта безмашинного энергоразделения для безогневого подогрева и редуцирования давления природного газа:

стендовый доклад // Всероссийская конференция молодых учёных-механиков, YSM-2018: материалы конференции (Сочи, 4–14 сентября 2018 года). Сочи. 2018. URL: <http://youngschool.imec.msu.ru/index.php/ru/component/zoo/item/issledovanie-vozmozhnostej-ispolzovaniya-effektabezmashinnogo-energorazdeleniya-dlya-bezognevnogo-podogreva-i-redutsirovaniya-davleniya-prirodnogo-gaza> (дата обращения: 23.02.2025).

5. Рудник Р.С., Матвеев А.Ф., Цветова Е.В. Повышение эффективности магистрального транспорта газа с помощью трубы Леонтьева // Транспорт и хранение углеводородов. 2023. № 1. С. 50–54.

6. Dumitrescu O., Gherman B., Tipa T. Development of a Laval nozzle for a cold gas propulsion system // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 2018. Vol. 400. № 042016. DOI: 10.1088/1757-899X/400/4/042016.

7. Perigo D., Schwane R., Wong H.Y.W. A Numerical Comparison of the Flow in Conventional and Dual Bell Nozzles in the Presence of an Unsteady External Pressure Environment // Proceedings of the 39th AIAA/ASME/SAE/ASEE Joint Propulsion Conference and Exhibit: materials conf. Huntsville, Alabama, 20–23 July 2003. Reston, VA: American Institute of Aeronautics and Astronautics (AIAA), 2003. DOI: 10.2514/6.2003-4731. URL: <https://arc.aiaa.org/doi/10.2514/6.2003-4731> (дата обращения: 17.02.2025).

8. Martelli E., Nasuti F., Onofri M. Numerical parametric analysis of dual-bell nozzle flows // AIAA Journal. 2007. Vol. 45. P. 640–650. DOI: 10.2514/1.26690.

9. Foque D., Nuyttens D. Effects of nozzle type and spray angle on spray deposition in ivy pot plants // Pest Management Science. 2010. Vol. 67. P. 199–208. DOI: 10.1002/ps.2051.

10. Huang M., Luo Q.H., Sun B.G., Zhang S., Wang K., Bao L., Li Q., Tang X., Deng W. Experimental investigations of the hydrogen injectors on the combustion characteristics and performance of a hydrogen internal combustion engine // Sustainability. 2024. Vol. 16. № 5. P. 1940. DOI: 10.3390/su16051940. URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/16/5/1940> (дата обращения: 17.02.2025).

11. Zeoli N., Tabbara H., Gu S. CFD modeling of primary breakup during metal powder atomization // Chemical Engineering Science. 2011. Vol. 66. P. 6498–6504. DOI: 10.1016/j.ces.2011.09.014.

12. Makarov M.S., Makarova S.N. Numerical simulation of energy separation of low-Prandtl gas mixture flowing in the finned single Leontiev tube // J. Phys.: Conf. Ser. 2019. Vol. 1359. № 012022. DOI: 10.1088/1742-6596/1359/1/012022.

13. Makarov M.S., Makarova S.N. The influence of the supersonic nozzle length on the efficiency of energy separation of low-Prandtl gas flowing in the finned single Leontiev tube // J. Phys.: Conf. Ser. 2020. Vol. 1675, Is. 1. №. 012011. DOI: 10.1088/1742-6596/1675/1/012011.

14. Burtsev S.A., Leontiev A.I. “Study of the influence of dissipative effects on the temperature stratification in gas flows”, International Heat Transfer Conference. 2014. Vol. 52. P. 297–307. DOI: 10.1134/S0018151X13060060.

15. Kobayashi H., Kabeya K., Takashima Y., Takeda G. Effect of Nozzle Geometry and Distance on Cooling Performance of Impinging Jets // ISIJ International. 2018. Vol. 58, Is. 8. P. 1500–1509. DOI: 10.2355/isijinternational.ISIJINT-2018-133.

16. Recchia S. Cosmic ray driven galactic winds // International Journal of Modern Physics D. 2021. Vol. 30. № 3. P. 2150017-1–2150017-10. DOI: 10.1142/S0218271821500175. URL: <https://www.worldscientific.com/doi/10.1142/S0218271821500175> (дата обращения: 17.02.2025).

17. Siddhartha D.V.S., Das Sadiq K., Sarath R.S. Comparative Study of Shock Formation in Bell and Conical Nozzle // Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer. 2023. DOI: 10.1007/978-19-6945-4_13.

18. Dumitrescu O., Gherman B., Tipa T. “Development of a Laval nozzle for a cold gas propulsion system” // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, 2018. Vol. 400. № 4. P. 042016. DOI: 10.1088/1757-899X/400/4/042016.

19. Sahebzadeh S., Montazeri H., Rezaeiha A. Wind energy harvesting with building-integrated ducted openings: CFD simulation and neural network optimization // Energy Reports. 2024. Vol. 11. P. 1053–1078. DOI: 10.1016/j.egyr.2023.12.033.

УДК 004.5:621.396

DOI 10.17513/snt.40321

РАЗРАБОТКА ЧЕЛОВЕКО-МАШИННЫХ ИНТЕРФЕЙСОВ ДЛЯ СИСТЕМ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА РАДИОСИГНАЛОВ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ

¹Нурулин Ю.Р., ¹Скворцова И.В., ²Нурулин М.Ю., ²Наумов А.С.

¹ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»,
Санкт-Петербург, e-mail: yury.nurulin@gmail.com, ingaskvor@list.ru;

²ООО «Специальный технологический центр», Санкт-Петербург,
e-mail: mikhail.nurulin@gmail.com, gooroo@bk.ru

Целью работы являлся анализ путей повышения эффективности человеко-машинных интерфейсов комплексов радиомониторинга и радиоконтроля, работающих в коротковолновом диапазоне в масштабе реального времени. Показана специфика задач классификации и идентификации источников сигналов коротковолнового диапазона, анализируемых операторами комплексов радиомониторинга и радиоконтроля. Отмечены ограничения и требования, предъявляемые к системам радиомониторинга и радиоконтроля, работающим в режиме реального времени. Известная модель трансформации данных в управленческие решения адаптирована к задачам анализа сигналов. Показана ключевая роль человеко-машинных интерфейсов в трансформации категорий данной модели, а также когнитивных свойств оператора при анализе сигналов. Предложены пути решения проблемы оптимизации распределения задач между структурными уровнями комплекса радиомониторинга и радиоконтроля и определены основные направления развития человеко-машинных интерфейсов с учетом специфики задач и существующих ограничений на вычислительные ресурсы элементов комплекса. Проанализированы перспективы реализации архитектуры «клиент-сервис» и предложены направления ее развития при создании комплексов радиомониторинга и радиоконтроля. Предложены принципы построения специализированного программного обеспечения клиентской части комплекса, отражающие специфику задачи разработки эффективного интерфейса оператора комплекса, работающего в реальном масштабе времени.

Ключевые слова: человеко-машинный интерфейс, интероперабельность, архитектура «клиент-сервис», комплексы радиомониторинга и радиоконтроля

DEVELOPMENT OF HUMAN-MACHINE INTERFACES FOR REAL-TIME RADIO SIGNALS SPECTRAL ANALYSIS SYSTEMS

¹Nurulin Yu.R., ¹Skvortsova I.V., ²Nurulin M.Yu., ²Naumov A.S.

¹Peter the Great Saint Petersburg Polytechnic University, Saint Petersburg,
e-mail: yury.nurulin@gmail.com, ingaskvor@list.ru;

²JSC "STC", Saint Petersburg, e-mail: mikhail.nurulin@gmail.com, gooroo@bk.ru

The aim of the work was to analyze the ways to improve the efficiency of human-machine interfaces of radio monitoring and radio control systems operating in the short-wave range in real time. The specifics of the problems of classification and identification of short-wave signal sources analyzed by operators of radio monitoring and radio control systems are shown. The limitations and requirements imposed on radio monitoring and radio control systems operating in real time are noted. The well-known model of data transformation into management decisions is adapted to the problems of signal analysis. The key role of human-machine interfaces in the transformation of the categories of this model, as well as the cognitive properties of the operator when analyzing signals, is shown. The ways to solve the problem of optimizing the distribution of tasks between the structural levels of the radio monitoring and radio control complex are proposed and the main directions for the development of human-machine interfaces are determined considering the specifics of the tasks and existing limitations on the computing resources of the complex elements. The prospects for the implementation of the client-service architecture are analyzed and directions for its development in the creation of radio monitoring and radio control complexes are proposed. The principles of constructing specialized software for the client are proposed, reflecting the specifics of the task of developing an effective interface for the operator of the complex, operating in real time.

Keywords: human-machine interface, interoperability, client-service architecture, radio monitoring and radio control systems

Введение

Современные информационно-управляющие системы обладают развитыми технологическими возможностями для автоматизированного сбора и обработки сигналов в коротковолновом (КВ) диапазоне (3–30 МГц). Стратегической целью развития подобных систем является создание полно-

стью автоматических комплексов радиомониторинга и радиоконтроля (КРМиРК), способных обнаруживать, классифицировать и идентифицировать источники сигналов в реальном времени, а в идеале – самостоятельно принимать решения по результатам их идентификации. Развитие технологий искусственного интеллекта формирует на-

учные предпосылки для достижения данной цели, однако на практике в настоящее время создание такого рода комплексов остается трудно реализуемым из-за специфики задач по выявлению и анализу сигналов в КВ-диапазоне, а также ограничений на ресурсы, затрачиваемые на решение этих задач. В связи с этим роль оператора подобных комплексов достаточно высока, а его наличие является вынужденной необходимостью. Все это обуславливает актуальность научно-технической задачи совершенствования человеко-машинных интерфейсов КРМиРК.

Одной из ключевых проблем развития человеко-машинных интерфейсов является проблема обеспечения интероперабельности – свойства различных компонентов системы обмениваться достоверными данными для решения целевых задач. Системным исследованиям проблем интероперабельности посвящены работы С.И. Макаренко [1]. Вопросы обеспечения интероперабельности систем специального назначения, включая беспилотные летательные аппараты, находятся в центре внимания работ А.Я. Олейникова [2, 3]. В упомянутых и аналогичных исследованиях основное внимание уделяется вопросам технического характера: совместимость форматов данных, процедуры обработки данных; гармонизация протоколов, интерфейсов и процедур передачи и хранения данных; принципы работы измерительных приборов, анализаторов спектра и т.д. В работах С.В. Козлова проводится комплексный анализ основ интероперабельности с учетом эволюции ее предметной области [4]. Интегрированные системы управления рассматриваются как сложные организационно-технические системы (СОТС), а основной фокус исследований направлен на процессы СОТС.

В этих работах не рассматриваются вопросы создания высокоэффективных человеко-машинных интерфейсов для взаимодействия оператора системы с ее техническими компонентами, хотя человеческий фактор играет важнейшую роль в обеспечении эффективности беспилотных летательных аппаратов и дистанционно управляемых робототехнических систем, включая автоматизированные системы управления специального назначения. Именно человек, выступая в роли оператора или пользователя, решает задачу по контролю корректной работы системы в целом, а также обеспечению эффективности и результативности в процессе общего функционирования информационной подсистемы. На него возлагается ответственность за принятие окончательных решений, постановку за-

дач по дальнейшей работе комплекса, ввод управляющих команд и работу системы в целом. В то же время пользователь, как любой человек, субъективен в ситуациях, связанных с восприятием и интерпретацией предоставленной информации, и поэтому склонен к принятию ошибочных решений и действий в нестандартных и сложных ситуациях [5]. Для снижения этих ошибок человеко-машинный интерфейс должен предоставлять пользователю достоверную и актуальную информацию в максимально удобной и доступной для понимания форме.

Общие проблемы и пути решения задач по созданию человеко-машинных интерфейсов достаточно хорошо изучены и представлены в научной литературе [6, 7]. Однако применительно к задачам КРМиРК проблема построения эффективных пользовательских интерфейсов проработана недостаточно. В научной литературе представлено большое количество публикаций, описывающих алгоритмы обработки сигналов радиоэфира, но при этом недостаточно исследованы вопросы оперативного и качественного предоставления оператору информации, а вопросы эффективности пользовательских интерфейсов зачастую сводятся к соблюдению требований по эргономике, описанных в ряде стандартов. Для построения эффективных КРМиРК выполнение данных требований оказывается недостаточным. Это объясняется спецификой решаемых задач и, в частности, задачей отображения радиосигналов во времени.

Целью исследования является анализ этих особенностей и путей повышения эффективности человеко-машинных интерфейсов КРМиРК, работающих в КВ-диапазоне в реальном времени.

Материалы и методы исследования

Оператор получает сведения о состоянии системы при помощи устройств индикации, которые преобразуют сигналы аппаратуры и передают их человеку с использованием визуальных, звуковых, тактильных и других каналов восприятия. Совокупность всех сигналов, которые отображаются на устройствах индикации, обрабатывается в сознании человека, в результате чего формируется образно-концептуальная модель – совокупность субъективных представлений пользователя о реальном и прогнозируемом состоянии процессов, о целях и способах достижения цели своей деятельности. Приведенное описание является отражением известной модели трансформации данных в знания, которую в 1989 г. предложил Аккоф (Russel Ackoff) [8]. В дальнейшем мо-

дель была адаптирована к задачам принятия управленческих решений в менеджменте, и в нее были введены дополнительные уровни: *сигналы*→*данные*→*информация*→*знания*→*понимание*→*мудрость*→*решение* [9, 10]. Эти модели отражают общий процесс трансформации данных в решения, но при этом они не дают представления о том, каким образом должен осуществляться процесс перехода из одного состояния в другое, а также какие методы и подходы целесообразно применять для осуществления этих переходов. В частности, при рабо-

те оператора КРМиРК необходимо акцентировать внимание на вопросах перехода от категории «знание» к категории «понимание», а категория «мудрость» может быть исключена из рассмотрения ввиду незначительности влияния на эффективность решения задачи идентификации сигнала.

На рис. 1 представлен вариант адаптации данной модели к задачам идентификации сигналов в КРМиРК, отражающий роль когнитивных свойств оператора КРМиРК и влияние человеко-машинного интерфейса на решение задачи идентификации сигнала.

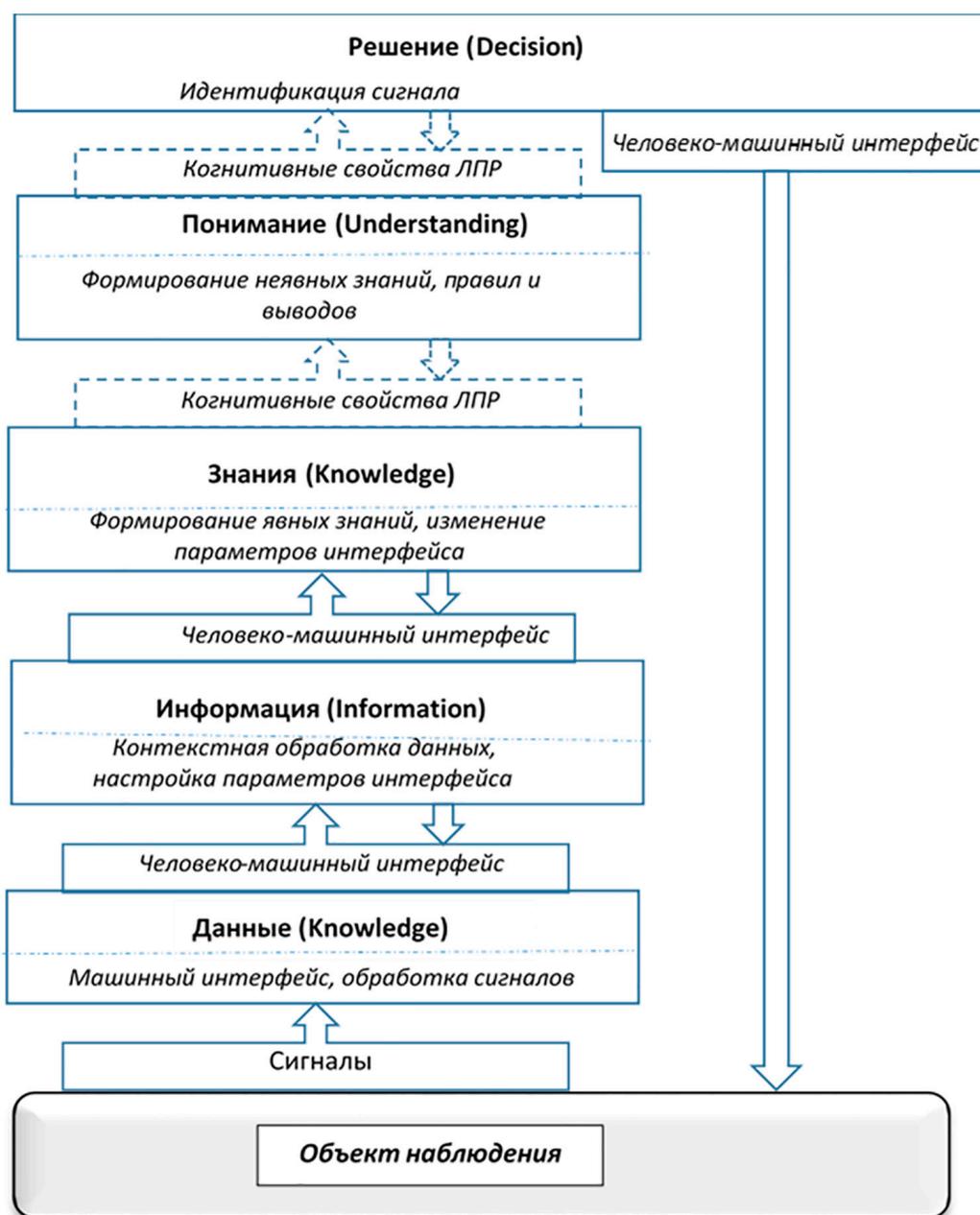


Рис. 1. Модель принятия решений оператором КТКиРМ
Источник: составлено авторами на основе [10]

Оператору недостаточно знать о наличии того или иного сигнала в частотном диапазоне его оперативной работы. Ему требуется понимание природы сигнала, для чего проводится классификация и идентификация источника на основе оперативной обработки сигнала. Именно эту задачу и должен решать пользовательский интерфейс – упрощать возможность перехода от общего знания о наличии сигнала к глубокому пониманию его природы и решению о том, какова может/должна быть реакция системы на появление сигнала на заданной частоте.

Одним из инструментов трансформации данных в информацию является визуализация. В КРМиРК визуализация осуществляется путем отображения на экране оператора графиков мгновенного спектра и спектрограмм.

График мгновенного спектра отражает амплитудные значения различных частотных компонент сигнала. Подготовка данных для отображения мгновенного спектра основана на применении преобразования Фурье для получения спектральных компонент сигнала:

$$X_k = \sum_{n=0}^{N-1} x_n \cdot e^{\frac{i2\pi kn}{N}}.$$

При его программной реализации используются алгоритмы быстрого преобразования Фурье (БПФ), которые позволяют сокращать объемы необходимых вычислений [11]. В результате выполнения преобразования Фурье получается спектр сигнала, график которого отображает амплитуды каждой частотной компоненты.

Одной из задач, которые решаются в процессе отображения графиков мгновенного спектра, является проблема оптимизации сочетания разрешающей способности по частоте и ширины полосы, для которой проводится преобразование Фурье при построении графика. Высокая разрешающая

способность позволяет определять различия между близкими частотными компонентами. Однако высокое разрешение увеличивает объем вычислений, что приводит к увеличению времени решения задачи. При разрешающей способности по частоте в 10 кГц на всю полосу КВ-диапазона потребуется 30000 вычислений значений X_k , но для получения информации, достаточной для надежной идентификации сигнала, следует использовать фильтры в 10 Гц и ниже, что требует минимум 3000000 вычислительных операций. Эти операции должны проводиться в режиме реального времени. В данном случае это означает, что все эти операции должны гарантированно завершаться в течение некоторого временного интервала. Для КРМиРК этот интервал может варьироваться от 1 с до 40 мс, что обеспечивает обновление визуального представления сигнала от 1 до 25 раз в секунду.

Типичной проблемой при работе с мгновенным спектром является «спектральная утечка», которая может приводить к неправильной интерпретации спектральной структуры сигнала [12]. Эффект утечки может быть ослаблен увеличением частоты отсчетов. Также для борьбы со спектральными утечками применяются методы оконной функции [13].

$$W_H(n) = W_R(n) \left[\alpha + (1 - \alpha) \cos\left(\frac{2\pi n}{N}\right) \right].$$

Использование этих методов неизбежно ведет к увеличению объема необходимых вычислений.

Спектрограмма является одним из основных инструментов, позволяющих оператору КРМиРК анализировать сигналы в выбранной полосе спектра. В основе ее построения лежит интуитивно понятное отображение зависимости частоты и амплитуды от времени [14].

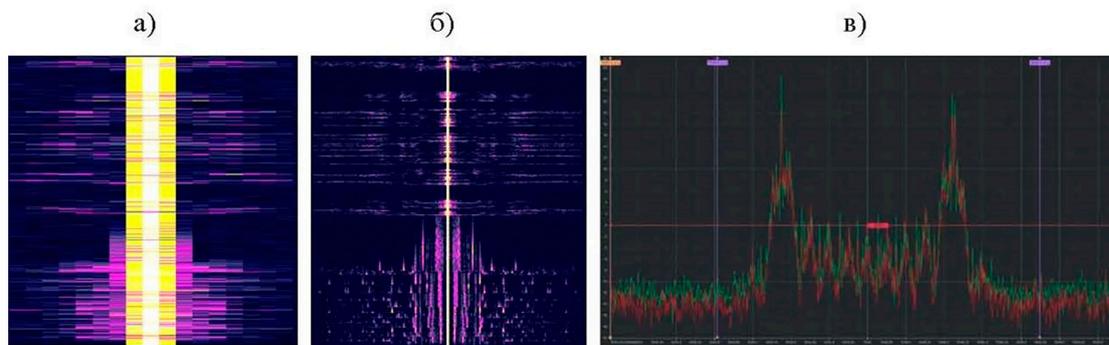


Рис. 2. Отображение на экране сигнала с фильтрами различной частоты:
а) 1 кГц; б) 25 Гц; в) 1 Гц

Источник: составлено авторами

Время в спектрограмме отображается по вертикальной оси, а амплитуда представлена цветом. Каждый отсчет спектрограммы соответствует одному частотному спектру, вычисленному по одному кадру данных во временной области.

Оператор анализирует сигнал в КВ-диапазоне с использованием частотных фильтров с шириной от 10 кГц до 1 Гц. Выбор частотного фильтра обуславливается спецификой задач, которые необходимо решить оператору. Для просмотра всей панорамы (3–30 МГц) обычно используется фильтр в 10 кГц. Для анализа единичных сигналов используются частотные фильтры в 25, 10 или 1 Гц.

На рис. 2 приведены спектрограммы одного и того же сигнала с фильтром 1 кГц и 25 Гц, а также графики среднего и максимального спектров с фильтром 1 Гц.

Из приведенных отображений видно, что фильтр в 1кГц позволяет лишь обнаружить наличие сигнала, а для получения информации о характере и типе сигнала требуется использование фильтров 25 Гц и ниже.

Результаты исследования и их обсуждение

В основе задач, которые решает оператор КРМиРК, лежит классификация сигнала и определение его частотно-временных характеристик. Актуальной при этом является проблема оптимизации использования имеющихся вычислительных ресурсов. Она может решаться как за счет использования эффективных методов и алгоритмов решения отдельных вычислительных задач, так и за счет оптимизации распределения решаемых задач между структурными элементами вычислительного комплекса.

В современных КРМиРК типичным является разделение на серверную и клиентскую часть, при этом достаточно часто используется принцип «тонкого клиента», при котором на автоматизированном рабочем месте (АРМ) оператора решается задача визуализации информации, а вся обработка данных осуществляется на сервере (рис. 3). В этом случае при работе с панорамой радиоэфира на основе спектрограммы сервер обрабатывает заданную оператором полосу радиоэфира на выбранном фильтре БПФ и формирует оперативную обстановку в виде изображений (jpeg-файлов), которые передаются на АРМ оператора.

Известным недостатком данной архитектуры является ограничение на число одновременно обрабатываемых клиентских запросов [15]. Вычислительные ресурсы сервера приходится распределять между задачами обработки данных для поиска и анализа радиосигналов в автоматическом режиме и задачами формирования изображений, объем которых растет пропорционально числу операторов. В итоге существенно ограничивается возможность оперативного применения фильтров контрастности и шумоподавления, так как для их использования серверу придется заново обработать весь массив данных и отправить их оператору. Перенос ряда задач на АРМ оператора позволил бы снизить вычислительную нагрузку на сервер и использовать освободившиеся мощности для повышения эффективности поиска и анализа радиосигналов в автоматическом режиме.

Реализация архитектуры КРМиРК по принципу «толстого клиента» позволяет снизить количество запросов на серверную часть, переведя всю обработку на сторону клиента (рис. 4).

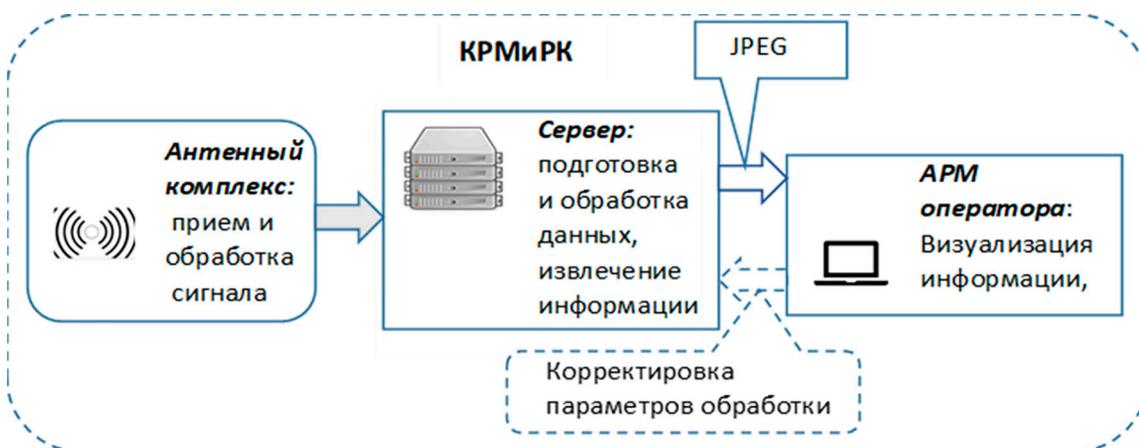


Рис. 3. Типовая архитектура КРМиРК
Источник: составлено авторами

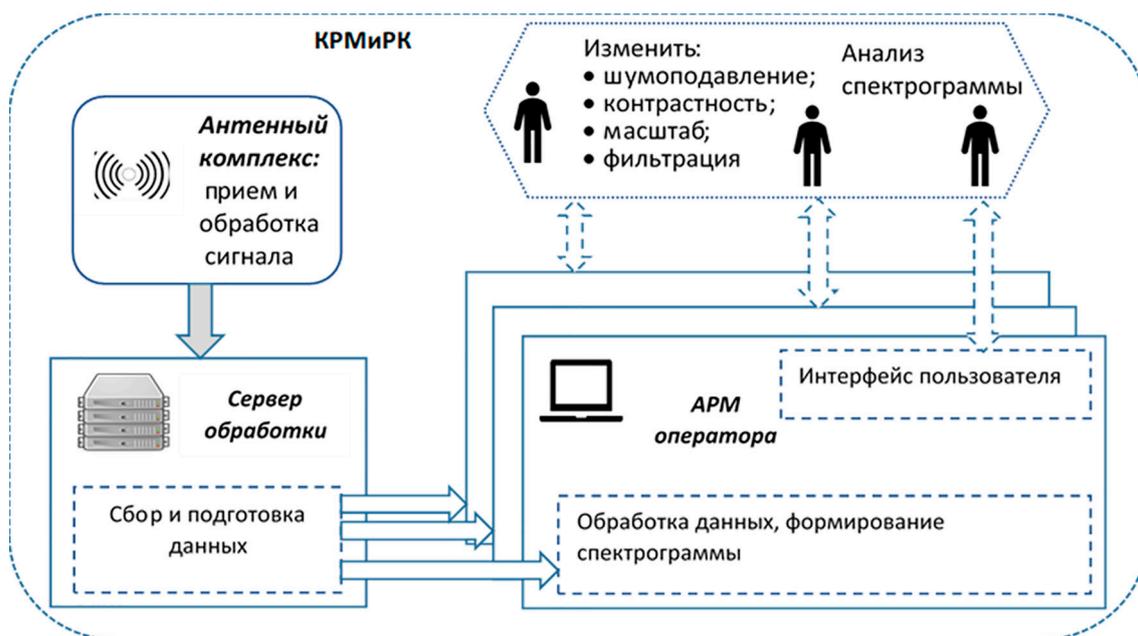


Рис. 4. Архитектура «толстого клиента» в КРКиРМ
 Источник: составлено авторами

Пользователь взаимодействует с системой через браузер. Вычислительные возможности современных браузеров постоянно растут, при этом растет доля «толстых» клиентских веб-приложений, построенных на базе технологий HTML5/JavaScript [16]. Следует отметить, что производительность подобных решений будет ниже по сравнению с решениями на более низкоуровневых языках программирования, таких как C++. В системах реального времени, к которым относится КРМиРК, это обстоятельство может стать решающим при выборе архитектуры программного обеспечения АРМ оператора. Для выполнения временных требований к реализации вычислений по отображению спектрограммы эти вычисления предлагается выполнять непосредственно на видеокарте АРМ оператора на основе технологии WebGL. При этом язык JavaScript используется исключительно для построения своего рода «моста» между графическим процессором (GPU) и источником данных – в данном случае серверной частью, что позволяет значительно увеличить скорость отображения и обновления данных.

Заключение

Идентификация сигнала является характерным примером формирования категории «понимание» в соответствии с моделью, представленной на рис. 1. Для понимания природы сигнала необходима совокупность знаний, при формировании которой требу-

ется участие оператора с его когнитивными способностями. Современные технологии искусственного интеллекта могут решать подобные задачи с использованием методов распознавания образов и машинного обучения на основе нейронных сетей. Однако эти методы требуют дорогостоящих вычислительных ресурсов значительной мощности, что в некоторых условиях может стать критическим фактором. Кроме того, для обучения нейронных сетей требуется участие оператора, который сам должен понимать природу анализируемого сигнала на основе накопленных им знаний. Необходимым условием для этого является наличие эффективного интерфейса, который позволяет оператору проводить ручные измерения необходимых параметров с достаточной точностью и детализацией.

Предлагаемый подход к построению КРМиРК для работы в КВ-диапазоне был опробован при построении пилотной версии комплекса и показал свою эффективность. Серверная часть комплекса разрабатывается на языке программирования C++, а клиентская часть – с использованием языков программирования JavaScript и WebGL. В результате для создания эффективного человеко-машинного интерфейса в области спектрального анализа радиосигналов КВ-диапазона в реальном времени, решены следующие задачи:

– разработка desktop-приложений, работающих в мультиоконном режиме на базе существующих веб-технологий;

– выбор оптимального метода и формата передачи данных между серверной и клиентской частью с учетом сетевых ограничений и ресурсных ограничений, накладываемых на клиентский АРМ оператора;

– разработка алгоритма визуализации данных в графическом виде на базе GPU с использованием веб-технологий;

– интеграция разработанных приложений в рамках интероперабельного человеко-машинного интерфейса, позволяющего решать задачи спектрального анализа радиосигналов КВ-диапазона в реальном времени.

Список литературы

1. Макаренко С.И. Интероперабельность человеко-машинных интерфейсов. СПб.: Научное издание, 2023. 185 с.
2. Каменщиков А.А., Олейников А.Я., Чусов И.И., Широкова Т.Д. Проблема интероперабельности в информационных системах военного назначения // Журнал радиоэлектроники. 2016. № 11. С. 16. URL: <http://jre.cplire.ru/jre/nov16/8/text.pdf> (дата обращения: 13.02.2025).
3. Олейников А.Я. Обеспечение интероперабельности авиационных беспилотных летательных аппаратов // Информационные технологии и вычислительные системы. 2021. № 4. С. 3–11. DOI: 10.14357/20718632210401.
4. Козлов С.В. Эволюция предметной области интероперабельности высокотехнологичных интегрированных систем управления // ИТ-Стандарт. 2023. № 1. С. 11–21. URL: https://itstd-journal.ru/?page_id=1080&article=275 (дата обращения: 13.02.2025).
5. Климов Е.А., Носкова О.Г., Солнцева Г.Н., Величковский Б.Б., Девишвили В.М., Обознов А.А. Инженерная психология и эргономика: учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Юрайт, 2024. 245 с.
6. Khramov V.V. Development of a Human-Machine Interface Based on Hybrid Intelligence // Modern Information Technologies and IT-Education. 2020. Vol. 16, Is. 4. P. 893–900. DOI: 10.25559/SITITO.16.202004.893-900.
7. Преображенский А.П., Преображенский Ю.П., Чопоров О.Н. О построении интерфейсов человеко-машинного взаимодействия // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2019. № 4 (31). С. 59–61.
8. Ackoff R.L. From Data to Wisdom // Journal of Applied Systems Analysis. 1989. Vol. 16. P. 3–9.
9. Rowley J. The wisdom hierarchy: representations of the DIKW hierarchy // Journal of Information Science. 2007. Vol. 33. P. 63–80.
10. Nurulin Y., Tukkel I., Skvortsova I., Torkkeli M. Role of knowledge in management of innovation // Resources. 2019. Vol. 8, Is. 2. P. 87. DOI: 10.3390/resources8020087.
11. Альтман Е.А. Способ уменьшения числа операций в алгоритме быстрого преобразования Фурье // Вычислительные технологии. 2018. Т. 23, № 3. С. 3–14.
12. Эффект утечки. Оконные функции. [Электронный ресурс]. URL: https://chaos.sgu.ru/kafedra/edu_work/textbook/khovanovs-01/node17.html#FTFSIND2 (дата обращения: 13.02.2025).
13. Использование оконных функций в задачах цифрового спектрального анализа. Примеры и рекомендации. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.dsplib.ru/content/winex/winex.html> (дата обращения: 13.02.2025).
14. Рябыкин В.В. Спектральный анализ радиосигналов в реальном масштабе времени с помощью персонального компьютера // Auditorium. 2017. № 1 (13). С. 76–84. URL: <https://auditorium.kursksu.ru/magazine/archive/number/66> (дата обращения: 13.02.2025).
15. Бережной А. Тонкие клиенты: плюсы и минусы. Преимуществ больше, чем недостатков // Системный администратор. 2011. № 9 (106). С. 10–15.
16. Овчаров З.А. Методы оптимизации браузерных вычислений на основе распараллеливания потоков // Вестник Технологического университета. 2023. Т. 26, № 11. С. 205–209. DOI: 10.55421/1998-7072_2023_26_11_205.

УДК 004:005
DOI 10.17513/snt.40322

ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ ЧЕЛОВЕКА И ЛИЧНОСТИ В ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

¹Тархов С.В., ^{2,3}Тархова Л.М., ¹Назарова Ю.Р.

¹ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет»,
Уфа, e-mail: tarkhov@inbox.ru, nazarova.yu.r@yandex.ru;

²ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет», Уфа;

³ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»,
Уфа, e-mail: tarkhova@inbox.ru

Показано, что цифровые двойники являются одной из самых перспективных и значимых технологий, способствующей значительному повышению эффективности, точности и гибкости управления объектами и процессами. Выполнен системный анализ теоретических источников, сайтов и научно-технических новостей, посвященных созданию и применению цифровых двойников сложных технических и биологических объектов (цифровые двойники человека) в системах управления и поддержки принятия решений. Отмечена высокая актуальность исследований в области цифровых двойников человека. Показано отличие понятий «Цифровой двойник человека» и «Цифровая личность». Введен новый термин – «Цифровой двойник индивидуума», объединяющий идею точной цифровой репликации физической сущности человека («Цифровой двойник человека») и концептуального представления его личности в цифровом формате («Цифровая личность»). Показано, что цифровой двойник индивидуума может включать как физическую, так и социально-психологическую составляющую, сохраняя ключевые характеристики оригинала (специально спроектированной виртуальной модели человека) и его образа, создаваемого в виртуальном пространстве. Приведены примеры применения цифрового двойника индивидуума в различных отраслях народного хозяйства. Разработана концептуальная структурно-функциональная модель управления цифровым двойником в организационных системах. Разработанная модель призвана стать основой для дальнейшего системного моделирования и последующего проектирования математической модели, а также разработки алгоритмов и программного обеспечения цифрового двойника человека. Отмечены вызовы и проблемы, которые неизбежно придется решать в связи с применением цифровых двойников в организационных системах.

Ключевые слова: цифровой двойник, цифровая модель, цифровой двойник человека, цифровой двойник индивидуума, цифровая личность, организационная система

HUMAN DIGITAL TWIN AND PERSONALITY DIGITAL TWIN IN ORGANIZATIONAL SYSTEMS

¹Tarkhov S.V., ^{2,3}Tarkhova L.M., ¹Nazarova Yu.R.

¹Ufa State Aviation Technical University, Ufa,
e-mail: tarkhov@inbox.ru, nazarova.yu.r@yandex.ru;

²Bashkir State Agrarian University, Ufa;

³Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, e-mail: tarkhova@inbox.ru

It has been shown that digital twins are one of the most promising and significant technologies that contribute to a significant increase in the efficiency, accuracy and flexibility of managing objects and processes. A systematic analysis of theoretical sources, websites, and scientific and technical news devoted to the creation and application of digital counterparts of complex technical and biological objects (human digital counterparts) in management and decision support systems has been performed. The high relevance of research in the field of human digital twins was noted. The difference between the concepts of “Human Digital Twin” and “Personality Digital twin” is shown. A new term has been introduced – the “Person Digital Twin”, combining the idea of accurate digital replication of a person’s physical essence (“Human Digital Twin”) and the conceptual representation of his personality in digital format (“Personality Digital twin”). It is shown that the digital twin of an individual can include both a physical and a socio-psychological component, preserving the key characteristics of the original (a specially designed virtual model of a person) and his image created in virtual space. Examples of the use of a digital twin of an individual in various sectors of the national economy are given. A conceptual structural and functional model for managing a digital twin in organizational systems has been developed. The developed model is intended to become the basis for further system modeling and subsequent design of a mathematical model, as well as the development of algorithms and software for a human digital twin. The challenges and problems that will inevitably have to be solved in connection with the use of digital twins in organizational systems are noted.

Keywords: digital twin, digital model, digital twin of a person, digital personality, person digital twin, organizational system

Введение

Концептуальная основа цифрового двойника была представлена М. Гривсом в 2002 г. в рамках системы управления жизненным циклом продукта как «Виртуальное цифровое выражение, эквивалентное физическому продукту» [1]. Изначально эта концепция получила название «Модель зеркального пространства», а затем было введено понятие «Цифровой двойник» (Digital Twin) [2]. В рамках Индустрии 4.0 понятие «Цифровой двойник» получило дальнейшее развитие и было определено как технология, которая позволяет создать цифровую копию физического объекта с использованием данных и моделей в реальном времени [3].

В настоящее время цифровые двойники являются одной из самых перспективных и значимых технологий, способствующей значительному повышению эффективности, точности и гибкости управления объектами и процессами [4]. В стандарте РФ [5] приведено следующее определение цифрового двойника: «Цифровой двойник изделия: Система, состоящая из цифровой модели изделия и двусторонних информационных связей с изделием (при наличии изделия) и (или) его составными частями». Таким образом, цифровой двойник может представлять «цифровой прототип» физического объекта, создаваемый на этапе его проектирования, или «цифровой экземпляр», описывающий конкретный физический объект, с которым цифровой двойник связан двусторонними информационными связями в процессе инженерного анализа и управления объектом. Интенсивное развитие цифровых технологий, таких как искусственный интеллект и машинное обучение (AI – Artificial Intelligence и ML – Machine Learning), большие данные (Big Data), обработка естественных языков (NLP – Natural Language Processing), компьютерное зрение (CV – Computer Vision), виртуальная и дополненная реальность (VR – Virtual Reality и AR – Augmented Reality), неизбежно привело к росту числа научных исследований, проводимых российскими учеными в области создания и применения цифровых двойников [6–8]. Не ослабевает интерес к цифровым двойникам, применяемым в промышленности, и среди зарубежных ученых [9–11]. Наряду с этим возникла и начала интенсивно развиваться относительно новая область исследования – «цифровой двойник человека» (HDT – Human Digital Twin) [12].

Цель исследования – анализ состояния проблемы и разработка концептуальной структурно-функциональной мо-

дели управления цифровым двойником в организационных системах как основы для дальнейшего системного моделирования и последующего проектирования математической модели, а также разработки алгоритмов и программного обеспечения цифрового двойника человека.

Материалы и методы исследования

Данное исследование в области применения цифровых двойников человека в организационных системах проведено на основе системного анализа теоретических источников, сайтов и научно-технических новостей, посвященных развитию цифровых технологий компьютерного моделирования сложных технических и биологических объектов в системах управления и поддержки принятия решений.

Результаты исследования и их обсуждение

В научной литературе приводятся два основных термина, определяющих построение цифровых двойников человека:

– цифровой двойник человека – виртуальная копия физического человека в цифровом мире [13];

– цифровая личность – контур следов деятельности субъекта, которые он оставляет в электронном пространстве в виде цифрового профиля, позволяющего определить характер личности, ее окружение и потребности [14].

Таким образом, несмотря на схожесть понятий «цифровой двойник человека» и «цифровая личность», между ними имеются различия.

Цифровой двойник – это специально спроектированная виртуальная модель человека, созданная на основе его реальных (объективно существующих) физиологических и биологических данных, включающих комплекс характеристик, моделирующих физические параметры, поведенческие аспекты и биометрические данные.

Цифровая личность (цифровой портрет личности) – это образ, который создается о человеке в виртуальном пространстве в виде активного и пассивного цифровых следов, формируемых из множества факторов, включая профили в социальных сетях, онлайн-активность, оставленные комментарии, отзывы, фотографии, видео и другую информацию. Это не просто виртуальная модель, как отражение реального человека. Это самостоятельный конструкт, который может существенно отличаться от реальной личности вследствие как преднамеренного, так и непреднамеренного искажения данных о человеке в процессе формирования цифровой модели.

Таблица 1

Цифровой двойник человека и цифровая личность

Цифровой двойник человека	Цифровая личность
<p>Специально спроектированная виртуальная модель человека, созданная на основе объективно собираемых данных:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физиологические характеристики: пол, возраст, рост, вес, состав тела... – биометрические данные: отпечатки пальцев, голос, трехмерный снимок лица, сетчатка глаза, ритм речи, динамика письма, произношение слов, артериальное давление, пульс, температура тела, сердечный ритм... – психофизиологические: сила, характер, выносливость, гибкость, интеллект, темперамент, привычки, реакция на нагрузки, стрессоустойчивость... – состояние здоровья: результаты анализов, медицинские записи, данные из электронных медицинских карт... – активности: фитнес-трекер (ходьба, прыжки, бег), режим (питание, сон, работа, отдых), GPS-локация... – окружающая среда: давление, влажность, температура, магнитные поля, шум, освещенность, уровень радиации... 	<p>Образ человека, создаваемый в виртуальном пространстве на основе активного¹ и пассивного² цифровых следов:</p> <ul style="list-style-type: none"> – ¹персональные данные в различных информационных системах: Ф.И.О., паспорт, водительское удостоверение, полис (ОМС, ДМС), СНИЛС, ИНН, свидетельства (о рождении, о заключении брака), аттестаты и дипломы (об образовании, повышении квалификации, переподготовки), фото и видео-, аудиозаписи, голограммы... – ¹аккаунты в социальных сетях, регистрация на веб-сайтах и форумах: имя, пароль, никнейм, электронная почта, аватар, статус, номер телефона... – ¹сообщения и публикации в социальных сетях, на веб-сайтах и форумах, подписки на информационные рассылки ... – ²активности в интернете: посещение сайтов, геолокация, IP-адреса, просматриваемые страницы, скачиваемые файлы, время и продолжительность доступа), поисковые запросы, покупки, платежи...

Источник: составлено авторами.

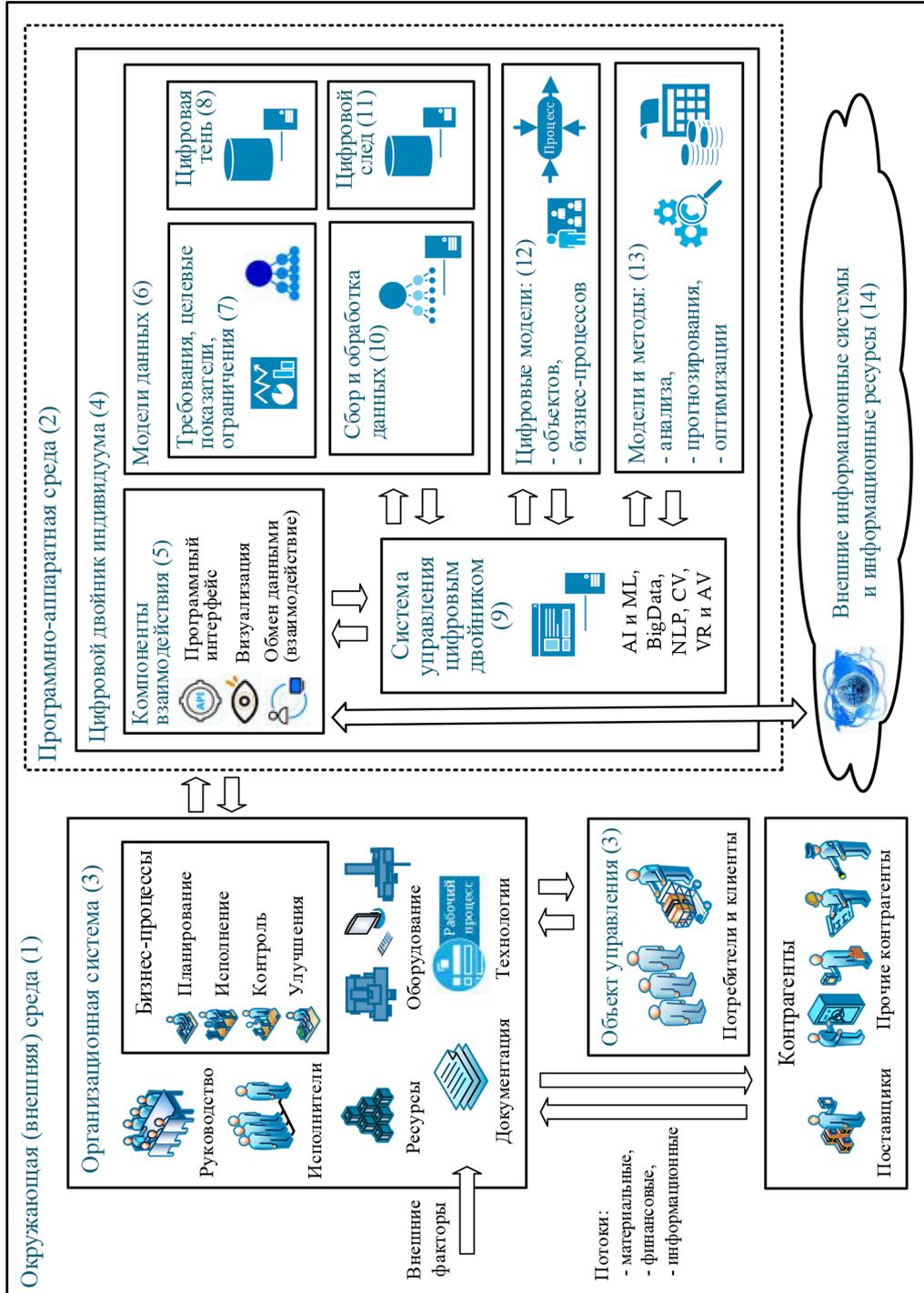
В процессе формирования цифровой личности ключевым элементом выступает самопрезентация. Формируя образ цифровой личности (определенный имидж), человек, как правило, сам выбирает, что и как показывать о себе в интернете, оставляя активный цифровой след. Виртуальный образ цифровой личности может быть адекватным отражением истинных характеристик личности человека, а может быть тщательно выстроенной иллюзией, созданной для определенной цели – привлечения внимания, достижения успеха в карьере, продвижения своих интересов и профессиональных навыков, установления социальных связей или же просто для самовыражения.

Основные различия между цифровым двойником человека и цифровой личностью представлены в табл. 1.

Таким образом, цифровой двойник человека фокусируется на моделировании и обработке специально собираемых и обрабатываемых данных о человеке (в том числе в режиме реального времени), в то время как цифровая личность охватывает широкий спектр аспектов, связанных с идентичностью и самовыражением, прежде всего

в онлайн-пространстве. И в том и в другом случае о человеке собираются, хранятся, обрабатываются и передаются персональные данные.

Для построения концептуальной модели взаимодействия потребителя (клиента), как объекта управления организационной системы, с его цифровым воплощением (цифровым двойником) описанные выше понятия «Цифровой двойник человека» и «Цифровая личность» требуют обобщения. Для этого введем новый термин – «Цифровой двойник индивидуума». Этот термин объединяет идею точной цифровой репликации физической сущности человека (цифровой двойник человека) и концептуального представления его личности в цифровом формате (цифровая личность) и может включать как физическую, так и социально-психологическую составляющую, сохраняя ключевые характеристики оригинала (специально спроектированной виртуальной модели человека) и его образа, создаваемого в виртуальном пространстве. В настоящее время цифровой двойник индивидуума может найти применение в различных отраслях народного хозяйства (табл. 2).



Концептуальная модель взаимодействия организационной системы с цифровым двойником индивидуума
 Источник: составлено авторами

Таблица 2

Области применения цифрового двойника индивидуума

Область применения	Функции (примеры)
Медицина и охрана здоровья	Отслеживание показателей здоровья, персонализированные рекомендации по здоровому образу жизни, моделирование заболеваний, прогнозирование реакций организма на лечение, создание персонализированных схем терапии [12]
Образование	Персонализация обучения, адаптация под индивидуальные потребности обучающегося, виртуальные ассистенты, оценка и прогнозирование уровня форсированности компетенций [15]
Финансы	Анализ рисков, оценка платежеспособности клиентов, персонализация финансовых предложений
Мода и индустрия красоты	Создание одежды и аксессуаров, идеально подходящих человеку, тестирование косметики и средств ухода
Робототехника и автоматизация	Создание роботов, способных эффективно взаимодействовать с людьми, понимая их потребности и эмоции [11]
Маркетинг, реклама и торговля	Персонализированные предложения товаров и услуг, основанных на анализе предпочтений пользователей
Развлечения, киноиндустрия	Создание реалистичных виртуальных персонажей (голограммы, дипфейки, голосовые двойники) и аватаров, обладающих уникальными характеристиками и способностями
Промышленность и инжиниринг	Моделирование человеческого организма в разных условиях производственного процесса, оптимизация работы человека в сложных ситуациях, прогнозирование проблем и аварий
Спорт	Анализ техники выполнения упражнений и оптимизация тренировок, прогнозирование результатов, выявление потенциальных угроз травмирования, восстановление после травм

Источник: составлено авторами.

Для проектирования цифрового двойника индивидуума и последующего создания в рамках дальнейших исследований его системных моделей (математической, функциональной, информационной), а также алгоритмов и программного обеспечения функционирования цифрового двойника (не рассматривается в данной статье) была разработана концептуальная модель, представленная на рисунке. Она определяет общую структуру и схему взаимодействия цифрового двойника индивидуума (4) с организационной системой (3), в рамках которой реализуется процесс управления физической сущностью цифрового двойника (3) – объектом управления (клиенты и/или потребители). Система управления (9) реализуется на основе современных цифровых технологий обработки информации, предусматривает создание моделей объектов и процессов (12) и базируется на реализации компьютерных моделей и методов анализа, прогнозирования и оптимизации (13) в организационных системах. Процесс управления предусматривает формирование модели данных (6) путем сбора и обработки большого объема данных (10) о состоянии объекта управления (3) с фор-

мированием цифровой тени (8) и цифрового следа (11). Программно-аппаратная среда (2) строится на основе распределенной архитектуры, включающей серверы баз данных и приложений, и предусматривает разработку компонентов взаимодействия (5) с автоматизированными рабочими местами пользователей организационной системы (3). Для сбора данных о цифровой личности в концептуальной модели предусмотрено взаимодействие с внешними информационными системами и ресурсами (14), а также учет влияния на систему факторов окружающей среды (1).

Несмотря на очевидные преимущества использования цифровых двойников индивидуума в организационных системах, существуют вызовы и проблемы, которые неизбежно придется решать:

- правовое регулирование: необходимость защиты персональных данных, ответственность за их обработку; регулирование правоотношений, возникающих по поводу использования цифровых двойников;

- этичность использования: важность корректного и ответственного использования данных о человеке и личности и моделирования человеческого поведения.

Заключение

Цифровые двойники в организационных системах являются значимым инструментарием управления ключевыми бизнес-процессами и поддержки принятия решений при взаимодействии с потребителями и клиентами. Они позволяют с высокой степенью точности анализировать их состояние и прогнозировать потребности, оптимизируя бизнес-процесс. Предложенный авторами термин «Цифровой двойник индивидуума» объединяет уже сложившиеся в научной среде представления о цифровом двойнике человека и цифровой личности. Это позволит при проектировании цифрового двойника в максимальной степени учесть все необходимые параметры и функциональные особенности в зависимости от области его практического применения. В то же время разработчикам цифровых двойников неизбежно придется решать ряд этических и правовых проблем, возникающих в связи с их созданием и применением в организационных системах. Разработанная концептуальная структурно-функциональная модель управления цифровым двойником в организационных системах призвана стать основой для дальнейшего системного моделирования (разработки математической, функциональной и информационной моделей) и последующего проектирования, а также разработки алгоритмов и программного обеспечения цифрового двойника индивидуума. Результаты проводимых исследований позволят более эффективно использовать современные цифровые технологии при решении сложных практических задач управления и поддержки принятия решений в организационных системах.

Список литературы

- Grieves M. Product lifecycle management: the new paradigm for enterprises. [Электронный ресурс]. URL: https://www.researchgate.net/publication/247833967_Product_lifecycle_management_the_new_paradigm_for_enterprises (дата обращения: 18.01.2025).
- Grieves M. Digital Twin: Manufacturing Excellence through Virtual Factory Replication. [Электронный ресурс]. URL: https://www.researchgate.net/publication/275211047_Digital_Twin_Manufacturing_Excellence_through_Virtual_Factory_Replication (дата обращения: 18.01.2025).
- Sharotry A., Jimenez J.A., Wierschem D., Mediavilla F.A.M., Koldenhoven R.M., Valles D., Koutitas G., Asian S. A digital twin framework for real time analysis and feedback of repetitive work in the manual material handling industry. In: 2020 Winter Simulation Conference (WSC). IEEE. 2020. P. 2637–2648. DOI: 10.1016/j.cmpbup.2021.100014.
- Абрамов В.И., Гордеев В.В., Столяров А.Д. Цифровые двойники: характеристики, типология, практики развития // Вопросы инновационной экономики. 2024. Т. 14. № 3. С. 691–715. DOI: 10.18334/vinec.14.3.121484.
- ГОСТ Р 57700.37-2021 Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. М.: Росстандарт. 2021. 10 с. [Электронный ресурс]. URL: https://normadocs.ru/gost_r_57700.37-2021 (дата обращения: 14.02.2025).
- Столяров А.Д., Гордеев В.В., Абрамов В.И. Цифровые двойники в управлении: отраслевая специфика и практические аспекты создания // Современные наукоемкие технологии. 2024. № 7. С. 48–54. DOI: 10.17513/snt.40084.
- Царев М.В., Андреев Ю.С. Цифровые двойники в промышленности: история развития, классификация, технологии, сценарии использования // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. 2021. Т. 64, № 7. С. 517–531. DOI: 10.17586/0021-3454-2021-64-7-517-531.
- Воробьев А.В. Концепция информационного пакетного взаимодействия в многоуровневой системе цифровых двойников // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Математика. Механика. Информатика. 2021. Т. 21, № 4. С. 532–543. DOI: 10.18500/1816-9791-2021-21-4-532-543.
- Dimitrios Piromalis, Antreas Kantaros Digital Twins in the Automotive Industry: The Road toward Physical-Digital Convergence. 2022. [Электронный ресурс]. URL: https://www.researchgate.net/publication/361810179_Digital_Twins_in_the_Automotive_Industry_The_Road_toward_Physical-Digital_Convergence (дата обращения: 18.01.2025).
- Liu Sh., Lu Yu., Shen X., Bao J. A digital thread-driven distributed collaboration mechanism between digital twin manufacturing units // Journal of Manufacturing Systems. 2023. Т. 68. С. 145–159. DOI: 10.18500/1816-9791-2021-21-4-532-543.
- Guo D., Zhong R.Y., Lin P., Lyu Zh. Digital twin-enabled graduation intelligent manufacturing system for fixed-position assembly islands // Robotics and Computer-Integrated Manufacturing. 2020. Т. 63, С. 101917. DOI: 10.1016/j.rcim.2019.101917.
- Shengli Wei Is human digital twin possible? // Comput Methods Prog Biomed Updat 2021. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.researchgate.net/publication/351749807> (дата обращения: 18.01.2025).
- Yujia Lin, Liming Chen, Aftab Ali, Christopher Nugent, Ian Oeland, Rongyang Li JlanguoDing and Huansheng Ning. Human digital twin: a survey // Journal of Cloud Computing: Advances, Systems and Applications. 2024. URL: https://www.researchgate.net/publication/383148172_Human_digital_twin_a_survey (дата обращения: 24.02.2025).
- Шипунова О.Д., Поздеева Е.Г., Евсеева Л.И. Цифровые приложения и модели личности в контексте киберантропологии // Социология. 2021. № 5. С. 234–239. URL: <https://soziologi.ru/upload/iblock/13e/5gon16ednwijje65un2ge5y4c95r0oh/%E2%84%965%202021.pdf> (дата обращения: 14.02.2025).
- Кабальнов Ю.С., Минасов Ш.М., Тархов С.В. Модели представления и организация хранения информации в сетевой информационно-обучающей системе // Вестник УГАТУ. 2004. Т. 5, № 2 (10). С. 183–191. URL: <http://journal.ugatu.su/index.php/Vestnik/article/view/2470> (дата обращения: 18.01.2025).

УДК 004.93:658.5.011
DOI 10.17513/snt.40323

СИНТЕЗ СТРУКТУРЫ СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИТУАЦИЙ В БЕРЕЖЛИВОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Трипкош В.А., Акимов С.С.

*ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», Оренбург,
e-mail: sergey_akimov_work@mail.ru*

Цель работы – изучение синтеза структуры системы машинного распознавания производственных ситуаций и выполнение математической интерпретации задачи повышения эффективности производства с помощью карты потока создания ценности. Статья опирается на методологию бережливого производства, применяя карту потока создания ценности в качестве основного инструмента исследования. Данный инструмент, отличающийся высокой эффективностью и широкой применимостью, позволяет анализировать и оптимизировать потоки создания ценности. В работе представлено подробное описание цели и процедуры построения карты потока для производственного предприятия. Процесс распознавания производственных ситуаций рассматривается с учетом соотношений между классами, ситуациями, производственными показателями и вероятностными характеристиками модели. Синтез структуры распознавания и бережливого производства основан на соотношении производственных объектов и этапов построения карты потока ценности. Синтез позволяет комплексно рассмотреть и объединить структурные процессы предприятия, представленные как единая семантическая сеть взаимодействий и поэтапной реализации метода карт потока создания ценностей. Однако любые производственные ситуации, за исключением запланированных рабочих циклов оборудования, имеют стохастическую природу. При решении задач распознавания производственных ситуаций часто используются байесовские правила, которые демонстрируют более высокую вероятность правильного распознавания, чем индивидуальные алгоритмы. В результате исследования получено соотношение, обеспечивающее синтез структуры системы машинного распознавания производственных ситуаций в рамках бережливого производства.

Ключевые слова: карта потока создания ценности, производственные потоки, синтез системы распознавания

SYNTHESIS OF THE STRUCTURE OF A SYSTEM FOR RECOGNITION OF PRODUCTION SITUATIONS IN LEAN MANUFACTURING

Tripkosh V.A., Akimov S.S.

Orenburg State University, Orenburg, e-mail: sergey_akimov_work@mail.ru

The purpose of the work is to study the synthesis of the structure of the machine recognition system of production situations and the implementation of a mathematical interpretation of the task of increasing production efficiency using a flow map. The article is based on a lean production methodology, using a map of the flow of value as the main tool of research. This tool, characterized by high efficiency and wide applicability, allows you to analyze and optimize the flows of creating value. The work presents a detailed description of the purpose and procedure for building a flow map for a production enterprise. The process of recognition of production situations is considered taking into account the ratios between classes, situations, production indicators and probabilistic characteristics of the model. The synthesis of the structure of recognition and lean production is based on the correlation of production facilities and the stages of building a value flow. The synthesis allows you to comprehensively consider and combine the structural processes of the enterprise, presented as a single semantic network of interactions and phased implementation of the method of cards of the flow of values. However, any production situations, with the exception of the planned working cycles of equipment have a stochastic nature. When solving the problems of recognition of production situations, Bayesian rules are often used that demonstrate a higher probability of correct recognition than individual algorithms. As a result of the study, a ratio was obtained, ensuring the synthesis of the structure of the machine recognition of production situations within the framework of lean production.

Keywords: value stream map, production flows, synthesis of recognition system

Введение

Современный мир характеризуется трансформацией производственных процессов, обусловленной быстрым научно-техническим развитием. Для сохранения конкурентоспособности предприятиям необходимо переосмыслить классические производственные системы и внедрить новые подходы к трансформации своих производственных процессов [1].

Сложившаяся ситуация требует применения концепций, направленных на анализ производственных циклов и, как следствие, оптимизацию ключевых операций для достижения максимальной эффективности производственных процессов. Данное обстоятельство касается всех сфер деятельности и позволяет решать задачи повышения прибыльности и сокращения расходов предприятия [2].

Одним из лидирующих подходов является концепция бережливого производства. Суть концепции заключается в максимальном сокращении всех возможных потерь (ресурсов, времени, финансовых средств и т.д.) на каждом этапе производственного цикла [3]. Важным инструментом бережливого производства является карта потока создания ценности. Каждое производственное предприятие или его подразделение заинтересовано в максимально качественном отображении изучаемого процесса на карте потока, поскольку от качественного отображения зависит дальнейшая оптимизация данного процесса [4]. Карта потока создания ценности позволяет визуализировать весь производственный процесс от поставки сырья до получения готовой продукции, выявляя потери и неэффективные этапы. В процессе создания карты потока команда специалистов визуализирует производственный процесс, отмечая на ней ключевое оборудование, материальные и информационные потоки, а также запасы ресурсов [5]. Данный подход к визуализации ставит своей целью выявление непроизводительных затрат времени и ресурсов на каждом этапе производственного процесса. Для достижения этой цели необходимо точное распознавание производственных ситуаций, являющихся источниками потерь, с последующим структурированием и количественной оценкой всех выявленных неэффективностей. Каждый поток анализируется отдельно, не учитывая внешние процессы предприятия, кроме поставки ресурсов со склада [6].

В процессе реализации карты потока создания ценности возникает множество ситуаций, влияющих на скорость протекания производственных процессов. Подобные ситуации могут быть представлены нечетко и представляют известную сложность в учете временных затрат. Данное обстоятельство значительно нарушает производственный цикл, усложняет процесс оставления расписаний и грозит полным срывом производственного плана [7]. Первым шагом устранения подобных ситуаций является их распознавание – то есть определение случаев нештатного протекания процессов с дальнейшим предсказанием развития ситуации. Определив ситуацию и определив процесс ее развития, руководство может предпринять конкретные шаги с целью нивелирования негативных последствий возникновения подобной ситуации. Для больших производственных комплексов, где выполняются тысячи производственных и технических операций, актуальной задачей является процесс машинного распозна-

вания производственных ситуаций, которое позволяет быстро и эффективно выявить помехи и устранить их [8]. Карты потока создания ценностей строятся исходя из производственных ситуаций. Производственная ситуация – это любое событие или условие, возникающее в процессе производства и влияющее на эффективность работы. Это может быть отказ оборудования, задержка поставок материалов, несоответствие качества продукции, перебои в работе персонала и т.д. Распознавание производственной ситуации означает ее установление, определение причин и выбор действий для решения проблемы [9].

Распознавание производственных ситуаций играет ключевую роль в бережливом производстве по следующим причинам: распознавание ситуаций позволяет выявить потери в производстве (потери времени, материалов, качества), что помогает сфокусировать усилия на устранении самых значительных потерь; правильное распознавание ситуации позволяет принять верные решения для ее исправления, что может включать в себя изменение процесса, переобучение персонала, замену оборудования и т.д.; оптимизация процессов и устранение потерь приводит к повышению производительности труда, сокращению затрат и улучшению качества продукции; распознавание ситуаций требует эффективной коммуникации между всеми участниками производственного процесса, что способствует улучшению командной работы и общей организации [10].

Синтез структуры в широком смысле представляет собой процесс разработки поэтапной интеграции системы, которая должна обладать желаемыми свойствами [11]. Задача синтеза заключается в обосновании выбора элементов структуры, отношений между ними, а также их характеристик, которые в совокупности обеспечивают наилучшее соответствие заданным требованиям. В данной работе под синтезом понимается совмещение структурных процессов предприятия, представленных в виде семантической сети взаимодействий и поэтапной реализации метода карт потока создания ценностей. Данное сопоставление позволяет определить, на какой именно объект или процесс направлен тот или иной этап построения карты потока [12].

Цель исследования – изучение синтеза структуры системы машинного распознавания производственных ситуаций и выполнение математической интерпретации задачи повышения эффективности производства с помощью карты потока создания ценности.

Материалы и методы исследования

При решении задач распознавания производственных ситуаций часто используются байесовские правила. В групповых задачах составные байесовские правила демонстрируют более высокую вероятность правильного распознавания, чем индивидуальные алгоритмы. Это происходит, когда статистическая природа измерений признаков отдельных объектов приводит к ложным результатам при их индивидуальном распознавании, и составное правило позволяет выбрать групповой состав решающих правил [13].

Основой байесовских правил является отнесение ситуаций к какому-либо классу. Это предполагает реализацию базы знаний, которая содержала бы в себе набор показателей и взаимных связей, однозначно определяющих степень влияния одних элементов на другие. Каждая подобная база знаний уникальна для создающего его предприятия, задача ее создания требует рассмотрения в рамках отдельного научного исследования [14]. Любые производственные ситуации, за исключением запланированных рабочих циклов оборудования, имеют стохастическую природу. Стохастичность природы предопределяется большим количеством разнообразных возмущений, могущих оказывать существенное влияние на производственный процесс. Исследования показали [15], что учет влияния совокупности воздействий может быть приближенно описан логарифмическим отношением, которое характеризует вероятности возникновения конкретной производственной ситуации.

В случае применения байесовских правил учет времени исполнения операций (с учетом распознавания) представляет собой классы производственной ситуации $r \in \{1, \dots, R_N\}$ для каждого класса $i \in \{1, \dots, M\}$ каждого производственного объекта $j \in \{1, \dots, N\}$, в некой статистической проекции. Для этих целей осуществляется нахождение решающей статистики S_r , расчет которой производится по следующей формуле [16]:

$$S_r = \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^M \delta_{ijr} \sum_{t=1}^T \sum_{q=1}^{Q_t} \delta_{iq} \cdot \log_2 \lambda_{iq} + \log_2 P(r). \quad (1)$$

Важной составляющей является то, что параметр решающей статистики $r = \arg \max (S_r)$.

В указанной выше формуле (1) применены следующие обозначения:

N, M – общее количество конкретных единиц оборудования и расчетное количество различных возникающих ситуаций,

определенных в базе знаний, для проведения итоговой процедуры распознавания;

$\log_2 \lambda_{iq}$ – расчетная модель, определяющая вероятность q для каждой конкретной ситуации, с учетом действия фактора времени t и учебного класса i , при использовании логарифмического распределения;

$\delta_{ijr}, \delta_{iq}$ – переменные которые представляют собой вероятностные оценки соответствия i -го класса ситуации j -му определению в составе производства r , учтенные на момент времени t ; оценки дискретизированы и выражаются в виде q градаций, принадлежащих множеству Q ;

$P(r)$ – расчетная вероятность возникновения ситуаций, которые могли бы быть распознаны при помощи оборудования r .

Результаты исследования и их обсуждение

Семантическая сеть может описать организацию производственного процесса, включающую персонал, инструменты, склады, оборудование, продукцию и все операции. Она отражает взаимосвязи между компонентами и связывает их с этапами создания карты потока ценности, обеспечивая связь модели с реальным производством (рис. 1).

Формулировка задачи в математическом виде предполагает определение времени, затрачиваемого на производство одной единицы продукции. Время обработки k -го изделия на m -м оборудовании обозначается t_{km} . Для исходного состояния системы зависимость имеет следующий вид [17]:

$$T_k = t_{k1} + t_{k1} + \dots + t_{kn}. \quad (2)$$

Разделим общее время производства на две составляющие: t_{ui} – время, необходимое для выполнения производственных операций, и t_{hi} – время, необходимое для транспортных операций (доставка, перекладка, загрузка и разгрузка); тогда общее время производства

$$T_y = \sum_{i=1}^n t_{ui} + \sum_{i=1}^n t_{hi}. \quad (3)$$

Целью улучшения Y будет условие снижение времени, то есть

$$Y : T_y \rightarrow \min. \quad (4)$$

Выбор семейства продуктов означает выбор определенного производственного процесса, транспортных и вспомогательных операций, для которых рассчитываются собственные времязатраты, то есть

$$T_y = \sum_{i=1}^n tc_{ui} + \sum_{i=1}^n tc_{hi}. \quad (5)$$

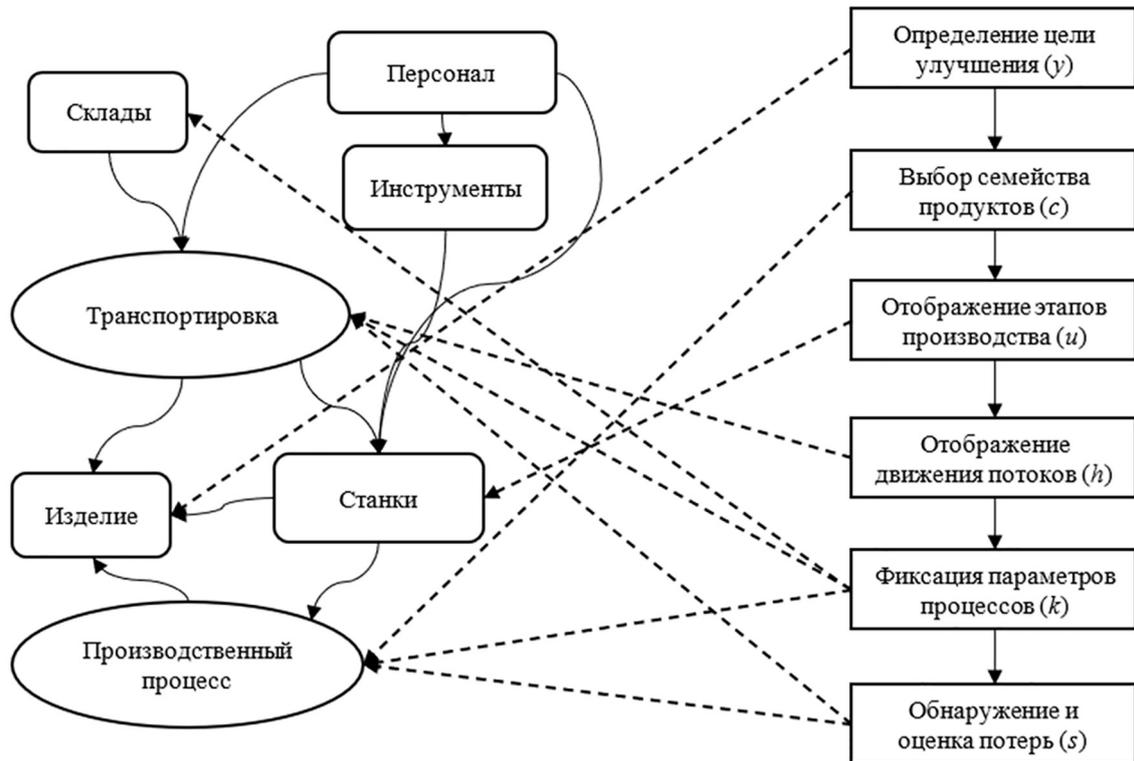


Рис. 1. Отображение соответствия между элементами семантической сети производственного процесса и этапами построения карты потока создания ценности

Производственный этап u характеризуется суммой затрачиваемого на производство времени t_{ui} , потоки движения h реализуются через время транспортных операций t_{hi} .

Параметры процессов k представляют собой в первую очередь затраты времени на каждую конкретную операцию: каждый процесс k имеет свое соответствие по времени производственной t или транспортной t_h операции, то есть $k \sim t$. Тогда обнаружение потерь заключается в сопоставлении теоретически достаточного времени t^l ко времени, реально затрачиваемому на выполнение тех или иных операций t^r :

$$S = T_y^r - T_y^l. \quad (6)$$

Разработанное соотношение позволяет оценивать производственную ситуацию с учетом ключевых факторов производственной деятельности.

Приведем пример расчетов на примере производственного предприятия. Согласно схеме, приведенной на рис. 1, первым этапом построения карты потока создания ценности является определение цели улучшения. Рассмотрим участок для производства трубы бурильной. В рамках данного примера цель улучшения звучит как «выявление и устранение потерь при производстве».

Семейство продуктов (второй этап) – труба бурильная. Для реализации третьего этапа – отображения этапов производства необходимо описать все производственные операции: рихтовка и контроль, отрезка, сварка, ТВЧ шва, ТВЧ трубы, контроль, упаковка. Далее все производственные операции наносятся на карту, на ней же отображается движение потоков и фиксация параметров. Карта для представленного примера приведена на рис. 2.

Согласно формуле (6) для оценки потерь необходимо вычислить теоретически необходимые и реальные затраты времени. Сумма значений, отображенных в нижней части карты, дает возможность вычислить потери. При суммарном времени циклов, затрачиваемом на непосредственную обработку заготовок, равном 3741 с или 62,35 мин – чуть более часа, реальные затраты времени составили 29,44 дня, то есть почти месяц. Основные потери на предприятии происходят во время их движения от одной единицы оборудования к другой, на данном этапе зачастую заготовки задерживаются на несколько дней. Причина – неоптимальность производственного расписания, при котором существуют значительные задержки времени при передаче заготовки от станка к станку.

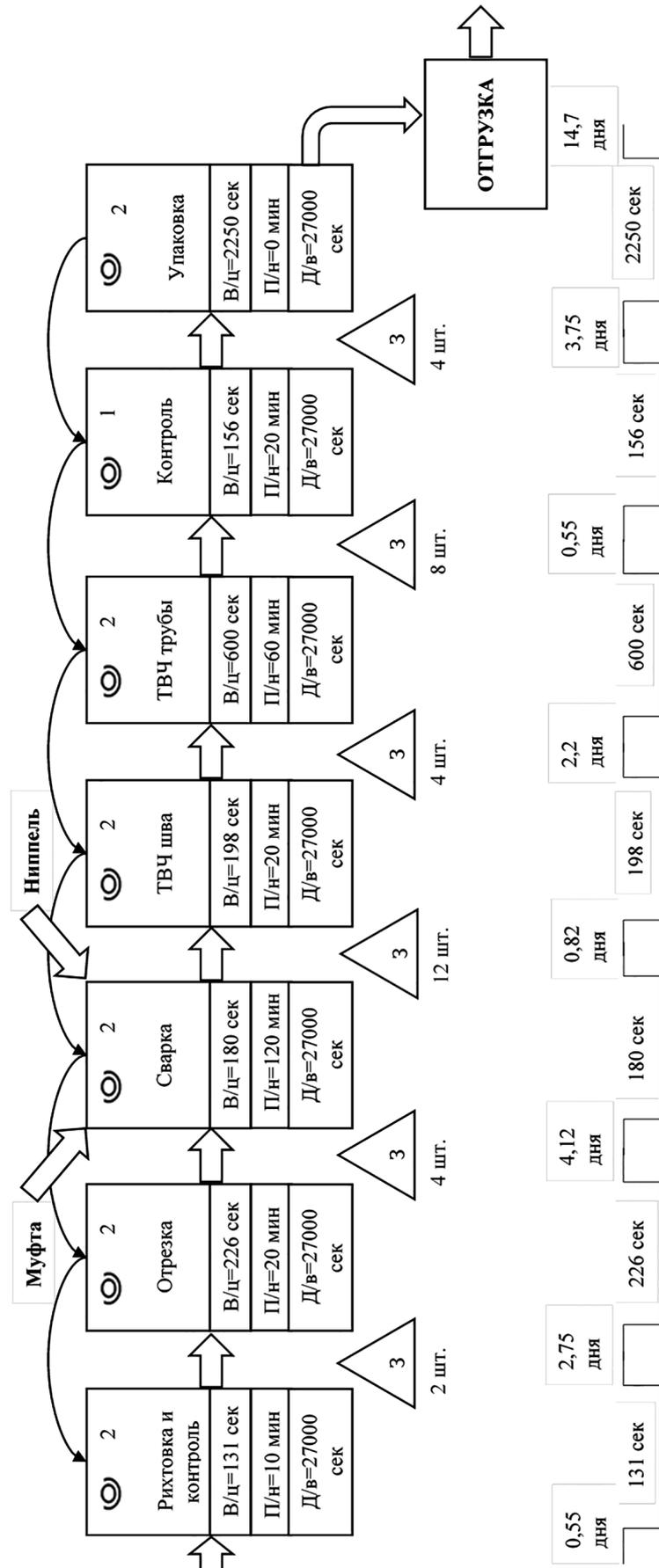


Рис. 2. Карта потока создания ценности для производства трубы бурьной

Заключение

Таким образом, в работе изучен синтез структур системы машинного распознавания производственных ситуаций и выполнение математической интерпретации задачи повышения эффективности производства с помощью карты потока создания ценности. С ростом востребованности идей экономного и бережливого отношения к природе методология карт потока является актуальным методом для модернизации промышленных предприятий. Она позволяет выявить потоки производства и оценить их эффективность. Синтез позволяет совместить структурные процессы предприятия, представленные в виде семантической сети взаимодействий и поэтапной реализации метода карт потока создания ценностей. Однако любые производственные ситуации, за исключением запланированных рабочих циклов оборудования, имеют стохастическую природу. При решении задач распознавания производственных ситуаций часто используются байесовские правила, которые демонстрируют более высокую вероятность правильного распознавания, чем индивидуальные алгоритмы. В работе выведено соотношение, обеспечивающее синтез структуры системы машинного распознавания производственных ситуаций в бережливом производстве.

Список литературы

1. Трипош В.А., Акимов С.С. Оценка временной сложности алгоритмов распознавания, основанных на решении составной байесовской задачи // Научно-технический вестник Поволжья. 2020. № 1. С. 24–28.
2. Тареева Е.Д. Методика разработки карты потока создания ценностей и имитационной модели производственного процесса // Уральский научный вестник. 2023. Т. 7, № 3. С. 86–100.
3. Птускин А.С., Немчинова К.К. Принципы анализа карты потока создания ценности в бережливом производстве // Тенденции развития науки и образования. 2020. № 62–11. С. 8–11. DOI: 10.18411/lj-06-2020-228.
4. Акимов С.С., Жумашева Б.К. Минимизация временных потерь на производстве при построении карт потока создания ценности // Научно-технический вестник Поволжья. 2021. № 6. С. 83–85.
5. Sudhakara P.R., Salek R., Venkat D., Chruzik K. Management of non-value-added activities to minimize lead time using value stream mapping in the steel industry // Acta Montanistica Slovaca. 2020. Vol. 25, Is. 3. P. 444–445. DOI: 10.46544/AMS.v25i3.15.
6. Акимов С.С., Трипош В.А. Оптимизация производственных потоков на основе алгоритма распознавания производственных ситуаций // Современные наукоемкие технологии. 2024. № 5–1. С. 10–15. DOI: 10.17513/snt.39997.
7. Munyai T., Makinde O.A., Mbohwa C., Ramatsetse B. Simulation-aided value stream mapping for productivity progression in a steel shaft manufacturing environment // South African Journal of Industrial Engineering. 2019. Vol. 30, Is. 1. P. 171–186.
8. Paker F.A. Autonomous Vehicle Design in Lean Product Development Processes for Value Stream Map // Journal of Transportation Technologies. 2022. Vol. 12, Is. 4. P. 744–777.
9. Просвирина Н.В., Тихонов А.И., Окаргу Х.И. Управление производственным процессом машиностроительного предприятия на основе концепции бережливого производства // СТИН. 2021. № 10. С. 32–38.
10. Ладощин М.П. Особенности организации производственных процессов в машиностроении // Экономика и предпринимательство. 2024. № 9 (170). С. 1011–1016. DOI: 10.34925/EIP.2024.170.9.188.
11. Pratama Putra R., Endih Nurhidayat A. Manajemen Perawatan Mesin Genset Gedung Plaza Mandiri Menggunakan Metode Realibility Centered Maintenance dan Maintenance Value Stream Map // Jurnal Indonesia Sosial Teknologi. 2022. Vol. 3, Is. 10. P. 1101–1116. DOI: 10.36418/jist.v3i10.514.
12. Середкин О.В., Кетова Н.Л. Применение инструмента методологии Lean Six Sigma Карта потока создания ценности (КПСЦ) с целью диагностики существующих процессов, планируемых к улучшению, для определения необходимости применения DMAIC // Альманах Крым. 2021. № 24. С. 70–85.
13. Гуныков С.А., Акимов С.С. Разработка программного продукта для построения карты создания ценности // Программные продукты и системы. 2020. № 2. С. 204–209.
14. Челомбитко А.Н. Методические подходы к оценке прогресса университетов по внедрению бережливого производства // Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Политические, социологические и экономические науки. 2020. Т. 5. № 4 (18). С. 568–579.
15. Трипош В.А., Акимов С.С. Применение инструментов бережливого производства на основе байесовского алгоритма распознавания // Современные наукоемкие технологии. 2023. № 3. С. 40–44. DOI: 10.17513/snt.39553.
16. Антонов О.В., Райкова Е.Ф. Построение ситуационной математической модели на основе слабоформализованных знаний экспертов для распознавания предаварийных ситуаций опасных производственных объектов // Современные наукоемкие технологии. 2022. № 2. С. 14–19. URL: <https://top-technologies.ru/article/view?id=39030>. (дата обращения: 12.02.2025). DOI: 10.17513/snt.39030.
17. Дирко С.В. Картирование потока создания ценности в цепи поставок вторичных металлов // Логистические системы в глобальной экономике. 2017. № 7. С. 122–126.

УДК 004.4'242
DOI 10.17513/snt.40324

КОМПЛЕКС АВТОМАТИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ АГЕНТОВ НА ОСНОВЕ ИЕРАРХИЧЕСКИХ КОНЕЧНЫХ АВТОМАТОВ

Чекан М.А.

*ФГБУН «Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова
Сибирского отделения Российской академии наук», Иркутск, e-mail: chekoopa@mail.ru*

В исследовании рассмотрены вопросы автоматизации проектирования и реализации компонентов систем моделирования, основанных на мультиагентной архитектуре. Целью исследования является разработка инструментальных средств поддержки разработки таких систем. В ходе исследования были созданы инструменты, которые упрощают процесс создания агентов для платформы Java Agent DEvelopment Framework™. Особенностью этих инструментов является использование схем иерархических машин состояний для формирования каркаса агента с модулями-шаблонами, что значительно облегчает дальнейшую реализацию функциональности. Такой подход позволяет эффективно и надежно планировать архитектуру агента, учитывая поставленные задачи. В статье представлены ключевые компоненты комплекса инструментальных средств. Главный компонент – генератор каркаса агента, работающий в двух режимах. Первый подразумевает использование специально разработанных модулей для платформы Java Agent DEvelopment Framework™, реализующих поведение агента в логике иерархических машин состояний и настраиваемых в зависимости от схемы. Второй режим формирует самодостаточный модуль класса в парадигме расширенных иерархических машин состояний с возможностью выполнения кода при возникновении событий. Предлагается визуальный редактор с интерфейсом для проектирования схем и наполнения их кодом. Результаты исследования были применены при создании мультиагентной среды для моделирования взаимодействия микросетей. Фрагменты результатов работы комплекса для одного из агентов среды приведены в качестве примера.

Ключевые слова: иерархические машины состояний, мультиагентные среды, генерация кода

Исследование проведено при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, проект № FWEW-2021-0005 «Технологии разработки и анализа предметно-ориентированных интеллектуальных систем группового управления в недетерминированных распределенных средах».

AUTOMATIC AGENT DESIGN SYSTEM BASED ON HIERARCHICAL FINITE AUTOMATA

Чекан М.А.

*Matrosov Institute for System Dynamics and Control Theory of Siberian Branch
of the Russian Academy of Sciences, Irkutsk, e-mail: chekoopa@mail.ru*

The study examines the issues of design automation and implementation of components for modeling systems based on a multi-agent architecture. The purpose of the study is to develop tools to support the development of such systems. During research, tools were developed that simplify the creation of agents for the Java Agent DEvelopment Framework™ platform. These tools use hierarchical state machine diagrams to form a framework with template modules that greatly facilitates implementation of functionality. This approach allows for efficient and reliable planning of agent architectures, taking into consideration the tasks assigned. The article presents key components of the toolset. The main component is an agent frame generator that operates in two modes: the first involves using specially designed modules for Java Agent DEvelopment Framework™ that implement agent behavior according to hierarchical state machines, and are configurable based on the schema. The second mode forms a self-sufficient class module within the paradigm of extended hierarchical state machines, with the ability to execute code on events occur. A visual editor with an interface for designing and filling diagrams with code is provided. The results of the study were applied in the creation of a multi-agent environment for modeling the interaction of microgrids. Fragments of the results of the complex's operation for one of the agents of the environment are given as an example.

Keywords: hierarchical state machines, multi-agent environments, code generation

The study was supported by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, project No. FWEW 2021 0005 “Technologies for the development and analysis of domain-oriented intelligent group control systems in non-deterministic distributed environments”.

Введение

Компьютерное моделирование играет одну из важнейших ролей в исследовании и проектировании сложных технологических, социальных и экономических процессов, и с ростом масштаба и сложности современных систем моделирование

и использование цифровых двойников все чаще становятся базовыми инструментами для контролируемого исследования и проведения экспериментов для оценки последствий различных сценариев [1]. Особенно высокая ценность такого подхода лежит в критических инфраструктурных областях,

например в космической отрасли, энергетике, транспорте и т.д.

В частности, мультиагентная парадигма моделирования приобретает все большую актуальность благодаря своей способности учитывать индивидуальные характеристики и взаимодействие множества автономных агентов [2]. В отличие от традиционных подходов, которые часто рассматривают системы как единое целое, агентное моделирование фокусируется на микроуровне, что позволяет более точно отражать реальные процессы. Это особенно важно в таких областях, как социальные науки (моделирование поведения групп), экономика (рыночная динамика), экология (взаимодействие видов), транспортные системы (потoki движения) и интернет вещей (координация устройств) [3]. В последнее время растет популярность киберфизических систем, представляющих собой совокупность интегрированных вычислительных, коммуникационных и физических компонентов, которые взаимодействуют для управления сложными процессами в реальном времени. Для киберфизических систем характерны самоорганизация и способность к адаптации под изменяющиеся условия окружающей среды. Эти характеристики являются необходимыми для систем инфраструктурных отраслей, строящихся на взаимодействии участников для организации жизненно необходимых процессов [4]. Это делает киберфизическую парадигму и агентный подход актуальными в решении современных задач моделирования.

С ростом масштаба и сложности моделируемых систем традиционные подходы к разработке моделей становятся все менее эффективными, что создает потребность в новых инструментах и методологиях. Современные системы, такие как умные города, глобальные экономические модели или экосистемы, включают тысячи или даже миллионы взаимодействующих элементов, каждый из которых обладает собственной логикой поведения. Для управления такой сложностью необходимы инструменты, которые позволяют предметным специалистам (например, экономистам, экологам или социологам) сосредоточиться на содержательной части модели, минимизируя затраты на программирование и техническую реализацию [5]. Это достигается за счет использования визуальных сред разработки, шаблонов проектирования и автоматизированных средств кодогенерации. Это обуславливает **цель исследования** – разработку инструментальных средств поддержки разработки мультиагентных сред моделирования.

Материалы и методы исследования

Мультиагентные среды обычно реализуются на специализированных платформах и фреймворках, таких как NetLogo, Repast, AnyLogic® или MATLAB® Simulink® [6], а также с использованием библиотек для универсальных языков программирования, таких как Python (например, Mesa или PyDy), Java или C++. Выбор платформы или фреймворка для разработки мультиагентной среды зависит от набора факторов, определяемых задачей моделирования: поддерживаемые операционные системы, язык описания агентов, гибкость переконфигурации, наличие модулей для обмена сообщениями и визуализации, соответствие стандартам, поддержка параллельных вычислений и т.д. В частности, параллелизм является важным аспектом для систем с большим количеством агентов [7, 8].

Результаты исследования и их обсуждение

В статье рассматривается платформа Java Agent DEvelopment Framework (JADE™) [9]. Она предоставляет готовую инфраструктуру для создания, управления и взаимодействия агентов, что значительно ускоряет процесс разработки и тестирования моделей. Платформа JADE™ реализует стандарты Foundation for Intelligent Physical Agents (FIPA), что обеспечивает совместимость с другими агентными платформами и поддерживает такие ключевые функции, как обмен сообщениями, управление жизненным циклом агентов и распределенные вычисления. JADE™ написана на Java, что обеспечивает кроссплатформенность и легкость интеграции с другими библиотеками и инструментами.

Агент в платформе JADE™ реализуется как объект класса, унаследованного от базового класса `jade.core.Agent` (далее – класс-агент). Базовый класс предоставляет основные методы для управления жизненным циклом агента, коммуникации с другими агентами и добавления моделей поведения – объектов классов, унаследованных от `jade.core.behaviours.Behaviour` (далее – класс-поведение). Модели поведения формируют полезную нагрузку агента и определяют логику его работы, включая циклические, одноразовые или сложные составные поведения. Данные модели уже включены в стандартную библиотеку фреймворка и позволяют на своей основе создавать необходимые модели агентов.

Одной из таких моделей является машина состояний (МС). Это математическая модель, используемая для описания поведения

системы, которая может находиться в одном из конечного числа состояний и переходить между ними в ответ на события. Каждое состояние определяет, как система реагирует на входные данные, а переходы между состояниями задаются правилами, которые могут зависеть от условий или триггеров. Машины состояний широко применяются в разработке программного обеспечения, робототехнике, игровых движках, а также в мультиагентных системах, так как они позволяют четко структурировать поведение и упрощают управление сложными процессами.

JADE™ предоставляет класс FSMBehaviour, реализующий составное поведение на основе конечного автомата, где каждое состояние представляется объектом класса-поведения, а переходы между состояниями определяются результатом завершения поведения. Схема автомата формируется во время исполнения с помощью методов registerState() и registerTransition(), добавляющих соответственно состояния и переходы. FSMBehaviour автоматически управляет выполнением текущего состояния и переходом к следующему, что упрощает разработку сложных сценариев поведения агента [10].

Иерархические машины состояний (ИМС, Hierarchical State Machines, HSM) расширяют концепцию обычных машин состояний, добавляя возможность вложенности [11]. В ИМС состояния могут содержать внутри себя подсостояния, образуя иерархию. Это позволяет моделировать более сложное поведение, разбивая его на уровни абстракции. Например, состояние «Работа» может включать подсостояния «Ожидание», «Обработка» и «Завершение», каждое

из которых имеет свои собственные переходы и логику, но при этом переходы из состояния «Работа» являются общими для всех подсостояний. Иерархические машины состояний особенно полезны в мультиагентных системах, где агенты могут иметь сложное поведение, требующее декомпозиции на более простые компоненты. Такой подход улучшает читаемость, поддерживаемость и масштабируемость моделей [12].

Предлагаемый программный комплекс выполняет задачу генерации шаблона класса-агента, структура и базовая логика которого определяется иерархической машиной состояний. В рамках надстройки предлагается два подхода. Первый – модульный, он предполагает генерацию каркаса из переключающихся состояний-поведений, где логика последних разработчик далее реализует самостоятельно с помощью других программных средств. Вторым подходом – расширенный, где генерация самодостаточного класса-агента на основе расширенных иерархических машин состояний, где логика выполнения приводится непосредственно в схеме в виде кода, используемого при генерации класса.

Прежде всего, комплекс включает в себя набор библиотек-модулей для платформы JADE™, написанных на языке Java и обеспечивающих реализацию модульного подхода. Модуль HSMBehaviour – это класс-поведение, реализующий иерархическую машину состояний, где каждое состояние является объектом класса-поведения, и переключение между состояниями осуществляется на основе кода завершения очередного состояния.

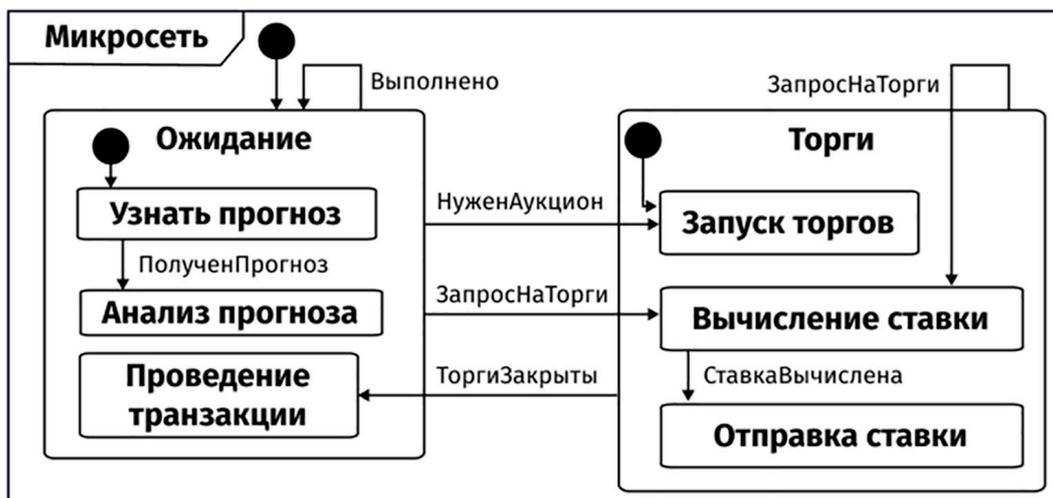


Рис. 1. Иерархическая машина состояний взаимодействующей микросети
 Источник: составлено автором

```
HSMBehaviour hsm = new HSMBehaviour(this);
hsm.registerFirstState(new FallthroughBehaviour(), "Waiting");
hsm.registerState(new AskWeather(), "AskWeather", "Waiting");
hsm.registerState(new CheckWeather(), "CheckWeather", "Waiting");
hsm.registerState(new ApplyTrade(), "ApplyTrade", "Waiting");
hsm.registerState(new FallthroughBehaviour(), "Trading");
hsm.registerState(new InitTrade(), "InitTrade", "Trading");
hsm.registerState(new CalculateBid(), "CalculateBid", "Trading");
hsm.registerState(new SendBid(), "SendBid", "Trading");
hsm.registerDefaultTransition("Waiting", "AskWeather");
hsm.registerDefaultTransition("Trading", "InitTrade");
hsm.registerTransition("AskWeather", "CheckWeather", S.GOT_WEATHER);
hsm.registerTransition("Waiting", "AskWeather", S.DONE);
hsm.registerTransition("Waiting", "InitTrade", S.NEED_TRADE);
hsm.registerTransition("Waiting", "CalculateBid", S.TRADE_REQUEST);
hsm.registerTransition("Trading", "CalculateBid", S.TRADE_REQUEST);
hsm.registerTransition("CalculateBid", "SendBid", S.BID_CALCULATED);
hsm.registerTransition("Trading", "ApplyTrade", S.TRADE_FINISHED);
```

Листинг 1. Создание машины состояний на основе HSMBehaviour

Таким образом, логика и интерфейс класса максимально приближены к встроенному в платформу FSMBehaviour, что позволяет применять модуль в сценариях одноуровневых машин состояний, при этом имея возможность описывать надсостояния и общие переходы. Такой подход снижает порог освоения модуля, а также позволяет быстро адаптировать существующие разработки в виде обычных МС. С другой стороны, такой подход менее гибок, в том числе предполагает использование изолированных состояний.

В качестве примера была рассмотрена иерархическая машина состояний, описывающая функционирование микросети, взаимодействующей с другими микросетями для обмена энергоресурсами в рамках аукциона. Схема ИМС приведена на рис. 1. Код, формирующий эту ИМС с помощью библиотеки HSMBehaviour, приведен в листинге 1. В отличие от FSMBehaviour, функция registerState имеет вариант, позволяющий указать надсостояние. Здесь используется вспомогательный модуль FallthroughBehaviour, который представляет собой мгновенно завершающееся поведение и тем самым реализует переход в начальное состояние составного состояния с помощью перехода по умолчанию. Стоит отметить, что модуль реализован с нуля, так как существующая реализация этой функциональности [13] отсутствовала в открытом доступе на момент написания статьи.

Для более эффективного и доступного составления графа состояний предлагается использовать визуальную среду разработки Larקי IDE [14]. Этот пакет прикладных программ с открытым исходным кодом предоставляет редактор ИМС с визуальным

интерфейсом и возможностью описания поведения технической системы в текстовом или пиктографическом виде (в зависимости от наличия поддержки платформы). Для хранения схем Larקי IDE использует специально разработанный формат файла CyberiadaML. В его основе лежит язык описания графов GraphML, расширенный для описания поведения целевой системы с помощью стандартизированной системы тегов. В рамках программного комплекса Larקי IDE используется в полнотекстовом режиме, предоставляющем возможность работы с графом состояний и указания событий и действий в виде непосредственного текста.

Для полноценной реализации модульного подхода используется модуль CyberiadaHSMBehaviour. Это класс-поведение, наследующий HSMBehaviour и расширяющий его функцией загрузки CyberiadaML-файла, на основе которого создается граф состояний агента. Название состояния определяет класс-поведение, объект которого исполняется в данном состоянии, причем одному названию в нескольких состояниях будут соответствовать разные экземпляры класса. Содержимое перехода определяет название сигнала, преобразующееся в целочисленную константу типа-перечисления для кодов завершения поведений. Оба вышеперечисленных фактора предполагают наличие функций, связывающих текстовое обозначение с фактическим значением в коде, для чего предусмотрены две соответствующие функции – createState и identifySignal. Пример кода обвязки вышеописанной машины состояния приведен в Листинге 2. В данном режиме не учитываются условия и действия при переходах и событиях внутри состояния.

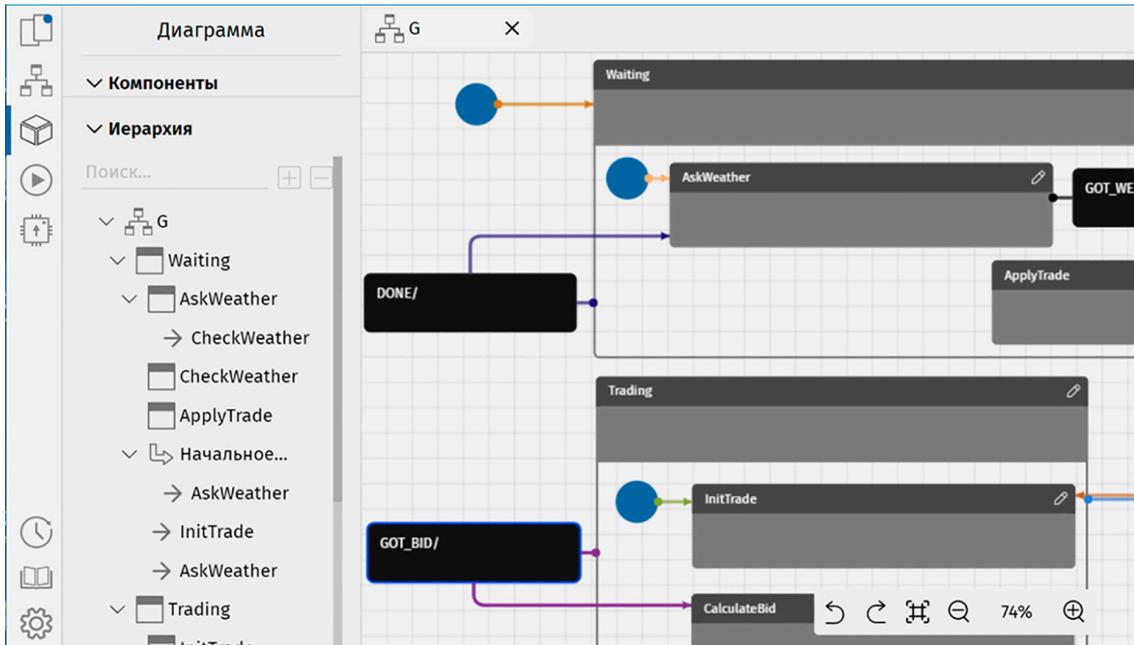


Рис. 2. Редактор Lapki IDE и фрагмент диаграммы состояний
Источник: составлено автором

```

CyberiadaMLBehaviour behaviour = new CyberiadaMLBehaviour(this) {
    private Behaviour createState(String name) {
        switch (name) {
            case "Waiting" -> return new Waiting();
            case "Trading" -> return new Trading();
            case "AskWeather" -> return new AskWeather();
            case "CheckWeather" -> return new CheckWeather();
            case "ApplyTrade" -> return new ApplyTrade();
            case "InitTrade" -> return new InitTrade();
            case "CalculateBid" -> return new CalculateBid();
            case "SendBid" -> return new SendBid(); } }
    private int identifySignal(String name) {
        switch (name) {
            case "GOT_WEATHER" -> return S.GOT_WEATHER;
            case "NEED_TRADE" -> return S.NEED_TRADE;
            case "BID_CALCULATED" -> return S.BID_CALCULATED;
            case "TRADE_REQUEST" -> return S.TRADE_REQUEST;
            case "TRADE_FINISHED" -> return S.TRADE_FINISHED;
            case "DONE" -> return S.DONE; } } }
    behaviour.loadFile("microgrid.graphml");

```

Листинг 2. Инициализация машины состояний в CyberiadaMLBehaviour

Генератор каркаса агента CMLAgentGen – прикладная программа, работающая в командной строке и на основе переданного CyberiadaML-файла формирует Java-код агента. При модульном подходе код оборачивает CyberiadaHSMBehaviour, как указано в листинге 2, и подготавливает шаблоны классов-поведений для каждого состояния, тем самым создавая пакет модулей, на основе которого специалист далее формирует функциональность агента.

При расширенном подходе генератор создает самодостаточный класс с системой сигналов и функций-состояний согласно описанной структуре и их переходам. Он также создает функции-ячейки с участками кода, указанного в действиях событий и переходах. При этом код может размещаться как комментарий (для дальнейшей доработки специалистом) или как есть, позволяя описывать функциональность агента непосредственно в схеме.

```
QState G_AskWeather(QEvt e) { /* обработка сигнала в состоянии AskWeather */
    QState status_ = null;
    switch (e.sig) {
        case Q_ENTRY_SIG : /* вход в состояние */
            stateChanged = false;
            inVertex = false;
            status_ = q_handled();
            on_AskWeather_Entry(); /* вызов функции-ячейки */
            break;
        case Q_EXIT_SIG: /* выход из состояния */
            status_ = q_handled();
            on_AskWeather_Exit();
            break;
        case GOT_WEATHER_SIG:
            if (true) {
                on_AskWeather_GOT_WEATHER();
                stateChanged = true;
                status_ = q_tran(G_CheckWeather);
            } else { status_ = q_unhandled(); }
            break;
        default: /* передача сигнала в надсостояние */
            status_ = q_super(G_Waiting);
            break; }
    return status_; }

void on_AskWeather_Entry() { /* функция-ячейка, вынесена для удобства */
    App.run("WeatherForecast", GOT_WEATHER); }

void on_AskWeather_Exit() {
    App.cancel("WeatherForecast"); }
```

Листинг 3. Фрагмент кода класса-агента в расширенном режиме

Фрагмент функций класса для состояния «Узнать прогноз» приведен в листинге 3.

Разработанный комплекс задействован в пакете прикладных программ для моделирования микросетей, взаимодействующих с применением экономического механизма регулирования спроса и предложений [5, 15]. Применение комплекса в сочетании с визуальным редактором позволило снизить трудозатраты при описании логики агента. Использование визуальных средств проектирования и кодогенерации в разработке агентных систем значительно упрощает и ускоряет процесс создания, тестирования и модификации агентов. Схемы ИМС позволяют разработчикам наглядно проектировать поведение агентов, не углубляясь в низкоуровневый код, а также служат наглядной документацией, понятной всем участникам разработки. Это особенно полезно для исследователей и инженеров, которые могут не обладать глубокими навыками программирования, но при этом нуждаются в создании сложных моделей. Среда Larקי IDE предоставляет интуитивно понятный интерфейс для визуального проектирования, что снижает порог входа и ускоряет разработку. Кодогенерация, в свою очередь, автоматизирует про-

цесс преобразования визуальных моделей в программный код, что минимизирует вероятность ошибок и экономит время. Это особенно важно при перепроектировании агентов, когда необходимо быстро адаптировать модель к изменяющимся требованиям или новым данным. В совокупности эти подходы повышают эффективность разработки, снижают затраты на поддержку и делают агентное моделирование более доступным для широкого круга специалистов. В дальнейшем предполагается расширение средств создания более функционально насыщенных ИМС. Планируется реализация механизма условий и псевдосостояний выбора.

Заключение

В рамках исследования разработаны новые инструментальные средства автоматизации разработки агентов для платформы JADE™ на основе иерархических машин состояний, включающие в себя визуальную среду разработки. Результаты исследования обеспечивают снижение сложности и времязатрат на реализацию агента, а также позволяют легче перепроектировать его логику в зависимости от задач моделирования.

Список литературы

1. Еделев А.В., Карамов Д.Н., Башарина О.Ю. Анализ уязвимости автономных микросетей // Информационные и математические технологии в науке и управлении. 2024. № 1 (33). С. 112–121. DOI: 10.25729/ESI.2024.33.1.010.
2. Cardoso R.C., Ferrando A. A review of agent-based programming for multi-agent systems // Computers. 2021. Vol. 10, Is. 2. P. 16. DOI: 10.3390/computers10020016.
3. Antelmi A., Cordasco G., D'Ambrosio G., De Vinco D., Spagnuolo C. Experimenting with agent-based model simulation tools // Applied Sciences. 2022. Vol. 13, Is. 1. P. 13. DOI: 10.3390/app13010013.
4. Томин Н.В., Домышев А.В., Барахтенко Е.А. Обзор методов моделирования и управления киберфизическими системами в мультиэнергетических микросетях // iPolytech Journal. 2023. Т. 27, № 4. С. 773–789. DOI: 10.21285/1814-3520-2023-4-773-789.
5. Бычков И.В., Феоктистов А.Г., Чекан М.А. Модель поведения агента микросети // Вычислительные технологии. 2023. Т. 28, № 6. С. 108–117. DOI: 10.25743/ICT.2023.28.6.010.
6. Lemmassi A., Derouich A., Hanafi A., Benmessaoud M., El Ouanjli N. Design and conception of an electrical power system for 1U CubeSat using MATLAB/Simulink // The European Physical Journal Plus. 2025. Vol. 140, Is. 1. P. 45. DOI: 10.1140/epjp/s13360-024-05934-1.
7. Феоктистов А.Г., Костромин Р.О. Разработка и применение проблемно-ориентированных мультиагентных систем управления распределенными вычислениями // Известия ЮФУ. Технические науки. 2016. № 11. С. 65–74. DOI: 10.18522/2311-3103-2016-11-6575.
8. Чекан М.А. Сравнительный анализ программного обеспечения для автоматизации процесса моделирования микросетей // Современные наукоемкие технологии. 2022. № 9. С. 33–38. DOI: 10.17513/snt.39305.
9. Bergenti F., Caire G., Monica S., Poggi A. The first twenty years of agent-based software development with JADE // Autonomous Agents and Multi-Agent Systems. 2020. Vol. 34. P. 1–19. DOI: 10.1007/s10458-020-09460-z.
10. Bellifemine F., Poggi A., Rimassa G. Developing multi-agent systems with a FIPA-compliant agent framework // Software: Practice and Experience. 2001. Vol. 31, Is. 2. P. 103–128. DOI: 10.1002/1097-024X(200102)31:2<103::AID-SPE358>3.0.CO;2-O.
11. Ivanchev J., Deboeser C., Braud T., Knoll A., Eckhoff D., Sangiovanni-Vincentelli A. A hierarchical state-machine-based framework for platoon manoeuvre descriptions // IEEE Access. 2021. Vol. 9. P. 128393–128406. DOI: 10.1109/ACCESS.2021.3106455.
12. Rocha M., Simão A., Sousa T. Model-based test case generation from UML sequence diagrams using extended finite state machines // Software Quality Journal. 2021. Vol. 29, Is. 3. P. 597–627. DOI: 10.1007/s11219-020-09531-0.
13. Griss M.L., Fonseca S., Cowan D., Kessler R. Using UML State Machine Models for More Precise and Flexible JADE Agent Behaviors // Agent-Oriented Software Engineering III. 2003. Vol. 2585. P. 113–125. DOI: 10.1007/3-540-36540-0_9.
14. Чекан М. Среда программирования киберфизических систем в парадигме машин состояний // Материалы VI Международного семинара по информационным, вычислительным и управляющим системам для распределенных сред (ICCS-DE 2024). Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2024. С. 217–219. [Электронный ресурс]. URL: https://iccs-de.icc.ru/files/2024/Proceedings_ICCS-DE-2024.pdf (дата обращения: 05.02.2025).
15. Feoktistov A., Edelev A., Tchernykh A., Gorsky S., Basharina O., Fereferov E. An Approach to Implementing High-Performance Computing for Problem Solving in Workflow-based Energy Infrastructure Resilience Studies // Computation. 2023. Vol. 11, Is. 12. P. 243. DOI: 10.3390/computation11120243.

НАУЧНЫЙ ОБЗОР

УДК 530.145:004.8

DOI 10.17513/snt.40325

**ЭФФЕКТИВНЫЕ КВАНТОВЫЕ АЛГОРИТМЫ
ДЛЯ КВАНТОВОГО ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ**

Тырышкин С.Ю.

*ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет имени И.И. Ползунова»,
Барнаул, e-mail: service.vip-spe@yandex.ru*

Текущие исследования по разработке передовых квантовых алгоритмов нацелены на создание набора алгоритмических примитивов, которые могут быть использованы в качестве модулей для различных промышленных рабочих процессов. Цель статьи заключается в рассмотрении различных квантовых алгоритмов для оптимального квантового управления. В работе использовались методы систематического обзора литературы, контент-анализа. Всесторонний поиск осуществлялся в соответствии с рекомендациями PRISMA и проводился в базах Scopus, Web of Science и Google Scholar за период с 2022 по 2025 г. Литература для такого обзора отбиралась в базах данных на основании количества цитирований публикаций, импакт-фактора, индекса Хирша журналов. В практической части исследования использовались методы численного оптимального управления и обучения с подкреплением. В статье представлен обзор исследований современных авторов в области ослабления эффектов шума и декогеренции, анализа ошибок квантовых алгоритмов, а также методов оценки и снижения суммарной погрешности. В процессе исследования в качестве перспективного алгоритма для квантового оптимального управления прорабатываются тепловые ансамбли с целью аппроксимации следа унитарной матрицы. Проводится аналитическая связь между алгоритмом Ахаронова для получения полинома Джонса. Отдельно рассмотрены трехпрядевые косы и их унитарные представления, а также представления на основе тепловых ансамблей. Показана методика измерения математического ожидания фазово-чувствительного оператора обнаружения ансамбля. Доказано преимущество приведенного алгоритма для квантового оптимального управления. Рассмотрен вариационный квантовый алгоритм и его особенности. В работе получены результаты сравнительного анализа наиболее распространенных квантовых алгоритмов оптимального управления. Обозначены пути их усовершенствования с указанием характерных особенностей для каждой модели. Также отмечено, что перспективным направлением дальнейших изысканий является изучение возможностей пересечения областей квантовой механики и машинного обучения, что может привести к созданию новых подходов к управлению квантовыми системами, улучшению существующих алгоритмов.

Ключевые слова: квантовый алгоритм, управление, оптимизация, анзац, тепловой ансамбль

**EFFICIENT QUANTUM ALGORITHMS
FOR QUANTUM OPTIMAL CONTROL**

Tyryshkin S.Yu.

*Altai State Technical University named after I.I. Polzunov, Barnaul,
e-mail: service.vip-spe@yandex.ru*

Current research on the development of advanced quantum algorithms aims to create a set of algorithmic primitives that can be used as modules for various industrial workflows. The purpose of this article is to examine different quantum algorithms for optimal quantum control. Systematic literature review methods and content analysis were employed in the study. A comprehensive search was conducted according to PRISMA guidelines in the Scopus, Web of Science, and Google Scholar databases from 2022 to 2025. Literature for the review was selected based on citation counts, impact factors, and journal Hirsch indices. In the practical part of the research, numerical optimal control methods and reinforcement learning techniques were utilized. The paper provides an overview of contemporary authors' studies on mitigating noise and decoherence effects, analyzing errors in quantum algorithms, and methods for assessing and reducing cumulative error. During the investigation, thermal ensembles are explored as a promising algorithm for quantum optimal control to approximate the trace of a unitary matrix. An analytical connection between the Aharonov algorithm and the Jones polynomial is established. Three-strand braids and their unitary representations, as well as ensemble-based representations, are discussed separately. A methodology for measuring the mathematical expectation of a phase-sensitive operator for detecting an ensemble is demonstrated. The advantage of the proposed algorithm for quantum optimal control is proven. The variational quantum algorithm and its characteristics are also considered. Comparative analysis results of the most common quantum algorithms for optimal control are presented, and paths for their improvement with characteristic features for each model are outlined. It is noted that a promising direction for further exploration is studying the intersection of quantum mechanics and machine learning, which could lead to new approaches to managing quantum systems and improving existing algorithms.

Keywords: quantum algorithm, control, optimization, ansatz, thermal ensemble

Введение

Квантовое оптимальное управление включает в себя семейство алгоритмов формирования импульсов, которые направлены на раскрытие полного потенциала различ-

ных квантовых технологий. Оно основывается на теории управления в более общих терминах, которая развивается на стыке прикладной математики, инженерии и физики и касается манипулирования динамически-

ми процессами для реализации конкретных задач. Основная цель состоит в том, чтобы изучаемая динамическая система работала оптимально и достигала своих физических пределов, удовлетворяя ограничениям, налагаемым имеющимися устройствами [1].

Оптимальное управление является важным приложением машинного обучения и оптимизации. Между тем в последних работах было показано, что важные сведения о глубоком обучении можно получить, интерпретируя процесс обучения глубокой нейронной сети как дискретизацию задачи оптимального управления [2]. В последние десятилетия, после появления квантовых компьютеров, оптимальное управление квантовыми системами привлекло значительное внимание. Это объясняется тем, что квантовые свойства во многом определяют многие из последних достижений в различных отраслях промышленности.

Известно, что свойства квантового оптимального управления лучше всего комбинировать с помощью внешних средств управления. Алгоритмы квантового оптимального управления (КОУ), использующие компьютерное моделирование для определения желаемых управляющих переменных, стали важным направлением в данной предметной плоскости. Сферы приложения КОУ также проявили себя в недавних квантовых вычислениях и квантовых информационных технологиях [3]. Например, парадигма КОУ имеет хорошие связи с вариационными квантовыми алгоритмами и квантовым машинным обучением. Еще одно интересное наблюдение заключается в том, что квантовое управление способно подавлять декогеренцию.

В контексте вышеизложенного все более очевидно, что эффективный алгоритм для квантовых задач оптимального управления может оказывать влияние далеко за пределами тех областей, в которых он возник. Таким образом, более детальное исследование квантовых алгоритмов, которые рассматриваются как «рабочие лошади» квантовых вычислений нынешней эпохи, является актуальной научно-исследовательской задачей, которая и предопределила выбор темы данной статьи.

Цель исследования заключалась в анализе и рассмотрении различных квантовых алгоритмов для квантового оптимального управления.

Материалы и методы исследования

В работе применены методы систематического обзора литературы, контент-анализа. Всесторонний поиск осуществлялся в соответствии с рекомендациями PRISMA

и проводился в базах Scopus, Web of Science и Google Scholar за период с 2022 по 2025 г. Литература для такого обзора отбиралась в базах данных на основании количества цитирований публикаций, импакт-фактора, а также индекса Хирша журналов. Кроме того, был включен индекс статей, связанных с цитируемой темой. Эти базы данных были выбраны в соответствии со следующими требованиями: база данных представляет собой журналы общего назначения с большим количеством статей, база данных допускает полноформатный поиск или поиск только в определенных областях работ, является одной из самых релевантных в исследовательской области компьютерных наук, база данных доступна без дополнительной платы.

При работе над этим систематическим обзором литературы использовался Parsifal для управления отслеживаемостью и Mendeley в качестве библиографического менеджера. С другой стороны, для структурирования данного исследования были использованы два библиографических обзора, один из которых рассматривает квантовые вычисления в общем аспекте, а другой – в более конкретном контексте квантового машинного обучения. Для поиска использовались такие строки запросов, как «квантовый алгоритм», «квантовая оптимизация» или «квантовая нейронная сеть», «квантовые вычисления», «квантовая физика».

В практической части исследования использовались методы численного оптимального управления и обучения с подкреплением.

Результаты исследования и их обсуждение

Разработка новых алгоритмов, направленных на снижение эффектов шума и декогеренции, представляет собой одно из ключевых направлений исследований в современной квантовой информатике. Над созданием новых алгоритмов, необходимых для ослабления эффектов шума и декогеренции, трудятся такие авторы как Chun-Ling Zhang, Xiu-Min Lin [4], А.С. Булдаев [5].

В работах Gui-Long Jiang, Wen-Qiang Liu [6] и Neel Kanth Kundu, Prabhu Babu [7] отмечено, что комплексный анализ ошибок квантовых алгоритмов позволяет проводить оценку суммарной погрешности на разных этапах вычислительных процессов, таких как конечно-размерное представление функций управления, дискретизация уравнений Шрёдингера, численные методы интегрирования и оптимизационные процедуры. Исследование возможностей интеграции подходов машинного обучения

и квантовой механики, включая применение методов машинного обучения для повышения эффективности управления квантовыми системами и использования принципов квантовой механики для улучшения алгоритмов машинного обучения, занимает важное место среди актуальных научных проблем, раскрытию данного направления посвятили свои труды Б.О. Волков [8], Jonathan Franceschi, Andrea Medaglia [9].

Заслуживает внимания всесторонний анализ ошибок квантового алгоритма, с целью проведения оценки суммарной погрешности различных этапов вычислений, таких как конечно-размерное представление функции управления, дискретизация уравнения Шредингера, численная квадратура и оптимизация, который проводят в своих трудах С.М. Гушанский, В.И. Божич, В.С. Потапов [10].

В последнее время значительные усилия ученых и исследователей [11–13] были направлены на разработку анзацев, сохраняющих симметрии гамильтониана задачи. Целью стратегий, сохраняющих симметрию, является ограничение вариационного поиска небольшим интересующим пространством, что в принципе может улучшить вероятность сходимости к целевому состоянию с меньшим количеством итераций оптимизатора. Также следует отметить, что проводятся параллельные эксперименты и изыскания, задачей которых является создание анзаца, который выходит за рамки методов, сохраняющих симметрию, с помощью введения набора унитариев, нарушающих симметрию гамильтониана задачи [14]. Для этого авторы заимствуют идеи из теории квантового оптимального управления, где быстрые и высокоточные операции достигаются путем добавления к гамильтониану зависящих от времени членов, нарушающих симметрию. Сфокусировавшись на фермионных системах, такие члены включаются в анзац, похожий на эволюцию времени, чтобы получить квантово-оптимальный анзац, вдохновленный контролем.

Soohyun Park, Joongheon Kim [15] и Gui-Long Jiang, Wen-Qiang Liu, Hai-Rui Wei [16] в своих публикациях рассмотрели существующие исследования ландшафта оптимизации гибридных квантово-классических алгоритмов, состоящих из квантового анзаца и классического оптимизатора. В широком представлении, которое простирается от небольших квантовых систем управления до средне- и крупномасштабных квантовых схем, учеными отмечено, что наблюдается морфологический переход ландшафта, когда оптимизатор превращается из ресурсозыбыточного в ресурснедостаточный

по отношению к экспоненциально растущему размеру анзаца.

Как квантовые вычисления, так и моделирование являются сложными задачами квантовой инженерии, требующими высокоуровневых манипуляций с квантовой динамикой. Для этого среди математических инструментов незаменимыми становятся алгоритмы оптимального управления [17]. Они прошли путь от принципов и ранних реализаций, спектроскопических приложений до продвинутых численных алгоритмов для перехода из состояния в состояние и синтеза квантовых ворот, как показано в работах [18].

Также следует отметить результаты анализа возможных областей перекрытия областей машинного обучения и квантовой механики [19], причем как с точки зрения использования алгоритмов машинного обучения для улучшения понимания и управления квантовыми системами, так и с позиции того, как свойства квантовой механики могут применяться для улучшения алгоритмов машинного обучения.

В то же время, несмотря на активный интерес ученых к рассматриваемой проблематике, новизна данной сферы исследования предполагает еще широкий круг дискуссионных и малоисследованных вопросов. Так, например, из-за различных источников ошибок, включая дискретизацию, оценку градиента и ошибки оптимизации, а также невыпуклость целевой функции, оптимизация сложности с использованием современных квантовых алгоритмов является нерешенной задачей. Кроме того, в дальнейшем развитии и усовершенствовании нуждаются методы численного оптимального управления и обучения с подкреплением, с тем чтобы обеспечить лучшую точность и упростить процесс принятий решений.

Также к числу мало проработанных вопросов относятся трудности, связанные с оптимизацией сложности при использовании современных квантовых алгоритмов, обусловленные различными источниками ошибок (такими как дискретизация, оценка градиентов и ошибки оптимизации), а также невыпуклой структурой целевых функций. Важным направлением будущих разработок являются методы численного оптимального управления и обучения с подкреплением, которые должны быть усовершенствованы для повышения точности и упрощения процедур принятия решений.

Итак, отметим, что квантовое управление предполагает предоставление пользователю набора зависящих от времени параметров, необходимых для управления динамической квантовой системой таким образом,

чтобы она выполняла определенную задачу [20]. В свою очередь, теория оптимального управления является областью прикладной математики, которая представляет собой мощный инструмент, позволяющий найти методы управления, которые дают возможность динамической системе развиваться для достижения заданной цели [21].

Многие квантовые алгоритмы, такие как известные методы поиска скрытой подгруппы, эффективно решают задачу благодаря использованию схемной модели, которая требует высокой точности выполнения операций (так называемого «порога коррекции ошибок»). Однако поиск альтернативных и более устойчивых подходов привел к развитию топологических квантовых вычислений с использованием анионных квазичастиц, которые связаны с теорией кос. Это происходит потому, что траектории этих частиц в трехмерном пространстве-времени формируют структуры, способные функционировать как квантовые логические элементы. Эти элементы имеют преимущества перед традиционной схемной моделью, так как они менее подвержены ошибкам.

При исследовании взаимосвязей между топологическими и стандартными квантовыми вычислениями обнаружилось, что представления групп кос, используемые в топологическом подходе, могут быть полезны не только для работы с анионными структурами, но и для вычисления инвариантов узлов и других геометрических объектов, например полинома Джонса [22]. Таким образом, существует продуктивное взаимодействие между топологической и схемной моделями, основанное на представлении операций над узлами и связями.

Учитывая вышесказанное, одним из многообещающих направлений развития квантовых алгоритмов может стать ис-

пользование тепловых ансамблей для приближенного вычисления следа унитарной матрицы. Этот подход открывает новые возможности в области квантовой теории узлов и ее применения в задачах оптимального управления, поскольку позволяет эффективно оценивать полиномы Джонса по ряду параметров.

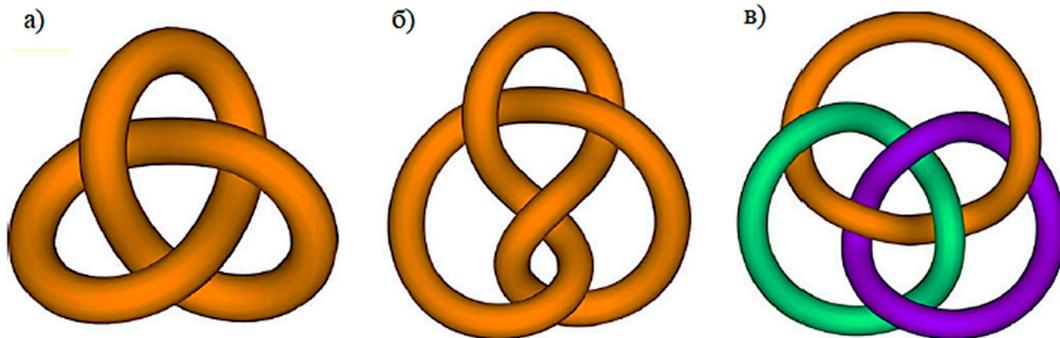
Рассмотрим данный алгоритм более подробно.

Поскольку узлы с разными полиномами Джонса явно неэквивалентны (в то время как обратное не выполняется), эффективные квантовые алгоритмы, определяющие след унитарных узлов, могут быть очень полезны. Для решения классически трудной задачи NP-класса, связанной с определением эквивалентности двух узлов (то есть возможностью преобразования одного узла в другой с помощью ходов Райдмейстера и тривиальных преобразований), можно воспользоваться полиномами Джонса. Полиномы Джонса позволяют различить узлы, если они действительно различаются, предоставляя эффективный способ проверки эквивалентности узлов, тех, которые не меняют число пересечений [23].

Алгоритм Ахаронова для получения полинома Джонса использует след некоторого унитарного представления соответствующей группы кос. Здесь группа кос с n нитями, B_n , порождена своими $n - 1$ генераторами, представляющими правосторонние скрутки $\{\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_{n-1}\}$. Для оценки следа удобнее всего использовать связь с алгеброй Темперли – Либа и ее унитарным представлением ρ по формуле

$$\rho(\sigma_i) := A_1 + A^{-1}U_i$$

где $A \in \mathbb{C}$ модуль единицы, U_i – вещественная симметрия, а σ_i – генератор группы кос, связанной с интересующим узлом.



Стандартные узлы, относящиеся к группе кос с тремя нитями B_3 :
 (а) узел «трилистник может быть представлен элементом группы σ_1^3 ,
 (б) узел «восьмерка» – элементом $\sigma_1 \cdot \sigma_2^{-1} \cdot \sigma_1 \cdot \sigma_2^{-1}$ и
 (в) Борромеевы кольца $\sigma_1 \cdot \sigma_2^{-1} \cdot \sigma_1 \cdot \sigma_2^{-1} \cdot \sigma_1 \cdot \sigma_2^{-1}$

Далее, представляется целесообразным обратить внимание на группу трехрядевых кос ВЗ, порожденную элементами $\{\sigma_1, \sigma_2\}$. Она включает в себя известные стандартные узлы «трилистник» (вплоть до добавления окружности, расходящейся с узлом),

«восьмерку» и «борромеевы кольца», показанные на рисунке.

В унитарном (модель пути) представлении ВЗ получаются следующие унитарии, содержащие θ (связанные с переменной A скобки и полиномом Джонса):

$$U_1 = \begin{pmatrix} e^{-i\theta} & 0 \\ 0 & -e^{i\theta} \frac{\sin(4\theta)}{\sin(4\theta)} + e^{-i\theta} \end{pmatrix}$$

$$U_2 := \begin{pmatrix} -e^{-i\theta} \frac{\sin(6\theta)}{\sin(4\theta)} + e^{-i\theta} & -e^{-i\theta} \frac{\sqrt{\sin(6\theta)\sin(2\theta)}}{\sin(4\theta)} \\ -e^{-i\theta} \frac{\sqrt{\sin(6\theta)\sin(2\theta)}}{\sin(4\theta)} & -e^{i\theta} \frac{\sin(2\theta)}{\sin(4\theta)} + e^{-i\theta} \end{pmatrix}.$$

Теперь, чтобы получить след U_i с помощью квантового измерения, следует увеличить квантовый регистр на один ancillary кубит. Тогда унитарный U_i переводится в управляемый унитарный относительно анкилла следующим образом:

$$U_i \mapsto cU_i := \begin{pmatrix} 1_2 & 0 \\ 0 & U_i \end{pmatrix}.$$

На основе тепловых ансамблевых состояний

$$\rho_0 \approx (1/N) \left(1 - \frac{1}{2} \sum_k \alpha_k \sigma_{kz} \right)$$

$$\text{с } \alpha_k := \hbar \omega_k / k_B$$

можно подготовить подходящее начальное состояние с z-намагниченностью на естественном изобилии ^{13}C , используемом в качестве кубита. С этими условиями легко перейти к трем заключительным шагам алгоритма:

подготовка:

$$\rho_1 := \frac{1}{T} \left(1 - \frac{\alpha_1}{2} \sigma_{1z} \right) = \frac{1}{N} 1 - \frac{\alpha_1}{2N} \begin{pmatrix} 0 & 1_n \\ 1_n & 0 \end{pmatrix}$$

ρ_1 эволюционирует под действием сигнатурной последовательности cU_i , характерной для данного узла. Это дает общую сумму:

$$\rho_1 := cU \rho_1 cU^\dagger = \frac{1}{N} 1 - \frac{\alpha_1}{2N} \begin{pmatrix} 0 & U^\dagger \\ U & 0 \end{pmatrix}$$

измерение матожидания фазово-чувствительного оператора обнаружения ансамбля

$$D := \frac{1}{2} (\sigma_{1x} - i\sigma_{1y}),$$

чтобы получить

$$D := \text{tr} \{ D^\dagger \rho_2 \} = -(\alpha_1 / 2N) \text{tr} N.$$

Таким образом, преимущество описанного выше алгоритма для квантового оптимального управления является то, что синтез квантовых ворот или перенос состояний может быть достигнут с оптимизированной точностью для заданных экспериментальных настроек, независимо от того, предполагается ли реализация через чистые состояния или нет.

Отдельного внимания заслуживает вариационный квантовый алгоритм, центральным элементом которого является схема подготовки состояний, также известная как анзац или вариационная форма [24].

Так, например, может использоваться аппаратно-эффективный анзац (HEA), который опирается на вентили, присущие квантовому оборудованию, что позволяет создавать схемы с высокой выразительностью и малой глубиной. В частности, HEA требует применения последовательных блоков параметризованных вращений одного кубита с общим запутывающим унитарным \hat{U}_{Ent} .

Примером для кубитов N является

$$\hat{U}_{HEA}(\theta) = \prod_d \hat{U}_{Ent} \prod_{n=1}^N \hat{R}_Y^{(n)}(\theta_{n,d}^Z) \hat{R}_Y^{(n)}(\theta_{n,d}^Y),$$

где $\theta = \{ \theta_{n,d}^Z, \theta_{n,d}^Y \}$ группирует все вариационные параметры,

$$\hat{R}_{\hat{\sigma}_a}^{(n)}(\theta) = \exp[-i\theta\hat{\sigma}_a / 2]$$

обозначает однокубитный поворот на угол θ вокруг оси $a \in \{x, y, z\}$ на кубите n . $\hat{\sigma}_a$ – соответствующая матрица Паули. Параметр d – это число слоев, или глубина, анзаца. Соглашение

$$\prod_i^N \hat{U}_i = \hat{U}_N \dots \hat{U}_1$$

используется для умножения операторов.

Особенность НЕА заключается в том, что он позволяет широко исследовать гильбертово пространство, поскольку не отдает предпочтение какому-то определенному сектору симметрии. Этот анзац уже был экспериментально реализован для подготовки основного состояния малых молекул, для моделирования сворачивания нескольких полимеров аминокислот и для поиска решения классических задач оптимизации. Однако решение небольших экземпляров важных задач не является доказательством масштабируемости метода для больших систем. Действительно, есть свидетельства того, что достаточно случайные параметризованные схемы, такие как схемы, полученные с помощью НЕА, страдают от экспоненциально исчезающего градиента с ростом числа кубитов, что затрудняет их сходимость по мере роста размера системы [25, 26].

Заключение

Проведенное исследование подтверждает важность развития квантовых алгоритмов для квантового оптимального управления. В результате работы рассмотрены существенные моменты квантовых алгоритмов, таких как тепловые ансамбли, трехрядные косы, аппаратно-эффективный анзац (НЕА). Показано экспоненциальное превосходство квантовых алгоритмов над классическими для определенного круга вычислительных задач, а также при моделировании процессов. Существующие методы позволяют значительно снизить влияние шумов и декогеренции, а также повысить точность численных расчетов. Перспективным направлением остается изучение возможностей пересечения областей квантовой механики и машинного обучения, что может привести к созданию новых подходов к управлению квантовыми системами и улучшению существующих алгоритмов.

Топологические квантовые вычисления с анионными квазичастицами открывают новые горизонты в создании надежных квантовых вентилей и вычислении инвариантов узлов и связей, таких как полином Джонса.

Разработанный алгоритм с использованием тепловых ансамблей продемонстрировал свою эффективность в решении задач, связанных с теорией узлов, однако дальнейшие исследования необходимы для преодоления проблем, возникающих при увеличении числа кубитов.

Таким образом, квантовые алгоритмы остаются ключевым инструментом для решения задач квантового оптимального управления, предлагая значительные преимущества перед классическими методами за счет своего потенциала экспоненциального ускорения.

Список литературы

- Ohtsuki Y., Mikami S., Ajiki T., Tannor D.J. Optimal control for maximally creating and maintaining a superposition state of a two-level system under the influence of Markovian decoherence // *Journal of the Chinese Chemical Society*. 2023. Vol. 70, Is. 3. P. 12–19. DOI: 10.1002/jccs.202200451.
- Толстобров А.У. Интегральные схемы для квантового машинного обучения на основе сверхпроводниковых искусственных атомов и управление ими // *Известия вузов. Радиофизика*. 2023. Т. 66, № 11. С. 1002–1026. DOI: 10.52452/00213462_2023_66_11_1002.
- Jiang C., Pan Y. Interpolation of positive matrices by quantum-inspired optimal control // *IET Control Theory & Applications*. 2024. Vol. 18, Is. 7. P. 56–62. DOI: 10.1049/cth2.12625.
- Zhang C.L., Lin X.M. Fast and Robust Quantum State Transfer via Optimal Transitionless Quantum Driving // *Annalen der Physik*. 2022. Vol. 534, Is. 6. P. 198–204. DOI: 10.1002/andp.202200022.
- Булдаев А.С. Операторные методы поиска экстремальных управлений в линейно-квадратичных задачах оптимального управления // *Итоги науки и техники*. 2023. Т. 224, С. 19–27. DOI: 10.36535/0233-6723-2023-224-19-27.
- Jiang G.L., Liu W.Q. Optimal Quantum Circuits for General Multi-Qutrit Quantum Computation // *Advanced Quantum Technologies*. 2024. Vol. 7, Is. 7. P. 33–39. DOI: 10.1002/qute.202400033.
- Kundu N.K., Babu P. Majorisation-minimisation algorithm for optimal state discrimination in quantum communications // *IET Quantum Communication*. 2024. № 45. P. 71–79. DOI: 10.1049/qtc2.12107.
- Волков Б.О. Ловушки высших порядков в задачах квантового управления для некоторых сильно вырожденных систем // *Успехи математических наук*. 2023. Т. 78, № 2 (470). С. 191–192. DOI: 10.4213/rm10069.
- Franceschi J., Medaglia A. On the optimal control of kinetic epidemic models with uncertain social features // *Optimal Control Applications and Methods*. 2023. Vol. 45, Is. 2. P. 108–115. DOI: 10.1002/oca.3029.
- Гушанский С.М., Божич В.И., Потапов В.С. Исследование и разработка схем с оптимизацией по глубине в алгоритме квантовой приближенной оптимизации // *Известия ЮФУ. Технические науки*. 2023. № 5 (235). С. 6–16. DOI: 10.18522/2311-3103-2023-5-6-16.
- Jiang C., Pan Y., Yang Y., Dong D. Interpolation of positive matrices by quantum-inspired optimal control // *IET Control Theory & Applications*. 2024. Vol. 18, Is. 7. P. 67–72. DOI: 10.1049/cth2.12625.
- Kumar A., Hedabou M. Quantum calculi and formalisms for system and network security: A bibliographic insights and synoptic review // *IET Quantum Communication*. 2024. Vol. 5, Is. 4. P. 54–59. DOI: 10.1049/qtc2.12102.

13. Масленников В.В., Демидова Л.А. Модификация квантово-инспирированного генетического алгоритма численной оптимизации с использованием кудита в условиях имитации квантовой декогеренции // *Computational Nanotechnology*. 2024. Т. 11, № 2. С. 58–85. DOI: 10.33693/2313-223X-2024-11-2-58-85.
14. Haidar M., Rančić M.J. Open-source variational quantum eigensolver extension of the quantum learning machine for quantum chemistry // *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Molecular Science*. 2023. Vol. 13, Is. 5. P. 71–78. DOI: 10.1002/wcms.1664.
15. Park S., Kim J. Trends in quantum reinforcement learning: State-of-the-arts and the road ahead // *ETRI Journal*. 2024. Vol. 46, Is. 5. P. 109–117. DOI: 10.4218/etrij.2024-0153.
16. Gong L.-H., Ding W., Li Z., Wang Y.-Z., Zhou N.-R. Quantum K-Nearest Neighbor Classification Algorithm via a Divide-and-Conquer Strategy // *Advanced Quantum Technologies*. 2024. DOI: 10.1002/qute.202300221.
17. Тырышкин С.Ю. Алгоритмы квантовой оптимизации в исследовании операций: методы, приложения и перспективы развития // *Международный журнал гуманитарных и естественных наук*. 2024. № 11–3 (98). С. 243–247. DOI: 10.24412/2500-1000-2024-11-3-243-247.
18. Гушанский С.М., Прилип В.А., Вершина М.В. Гибридная оптимизация вариационных квантовых схем на основе поиска по дереву Монте-Карло // *Информатизация и связь*. 2022. № 2. С. 12–15. DOI: 10.34219/2078-8320-2022-13-2-12-15.
19. Zhang L.-F., Liu L., Wu X., Wang C. Quantum Fourier Transformation Using Quantum Reservoir Computing Network // *Advanced Quantum Technologies*. 2024. № 56. P. 13–19. DOI: 10.1002/qute.202400396.
20. Augier N., Yabo A.G. Time-optimal control of piecewise affine bistable gene-regulatory networks // *International Journal of Robust and Nonlinear Control*. 2022. Vol. 33, Is. 9. P. 150–157. DOI: 10.1002/rnc.6012.
21. Jiang G.L., Liu W.Q., Wei H.R. Optimal quantum circuits for general multi-qudit quantum computation // *Advanced Quantum Technologies*. 2024. DOI: 10.1002/qute.202400033.
22. Kundu N.K., Babu P., Stoica P. Majorisation-minimisation algorithm for optimal state discrimination in quantum communications // *IET Quantum Communication*. 2024. DOI: 10.1049/qt2.12107.
23. Волков Б.О., Печень А.Н. Ловушки высших порядков в задачах квантового управления для некоторых сильно вырожденных систем // *Успехи математических наук*. 2023. Т. 78, № 2 (470). С. 191–192. DOI: 10.4213/tm10069.
24. Гушанский С.М., Прилип В.А., Вершина М.В. Гибридная оптимизация вариационных квантовых схем на основе поиска по дереву Монте-Карло // *Информатизация и связь*. 2022. № 2. С. 12–15. DOI: 10.34219/2078-8320-2022-13-2-12-15.
25. Augier N., Yabo A.G. Time-optimal control of piecewise affine bistable gene-regulatory networks: Preliminary results // *IFAC-PapersOnLine*. 2021. Vol. 53, Is. 2. P. 205–210. DOI: 10.1016/j.ifacol.2021.08.499.
26. Тырышкин С.Ю. Эмуляция квантовых вычислительных процессов для автоматизированных систем управления на классическом ПК // *Естественные и технические науки*. 2024. № 12. С. 130–134. DOI: 10.37882/2223-2966.2024.12.36.

СТАТЬИ

УДК 37.036.5

DOI 10.17513/snt.40326

**СУЩНОСТЬ И СОДЕРЖАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ
ТВОРЧЕСКОЙ ИНДИВИДУАЛЬНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ
В УСЛОВИЯХ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ****Баракханова Е.А., Никифорова Е.П., Максимова Э.А.***ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова»,
Якутск, e-mail: elizafan@rambler.ru*

Статья посвящена уточнению определения сущности и содержания формирования творческой индивидуальности обучающихся средствами этнокультурных традиций в условиях дополнительного образования. Цель исследования заключается в теоретическом обосновании сущности понятия формирования творческой индивидуальности в системе дополнительного образования на основе учета этнокультурных традиций народов, проживающих в Республике Саха (Якутия). Исследование опирается на такие принципы, как активность, системность, последовательность, а также на мотивационный и аксиологический подходы. Авторами разработан и рассматривался экспериментально проверенный модуль общеразвивающей программы по изобразительному искусству «Уран ойуу» («Изысканный рисунок») среди 110 обучающихся в возрасте 7–10 лет, распределение: контрольная и экспериментальная группы по 55 обучающихся; мальчиков – 8, девочек – 102, который был предназначен для дополнительного образования обучающихся. Во время констатирующего и формирующего этапов экспериментальной работы авторами выявлены уровни мотивационной готовности обучающихся по формированию творческих способностей обучающихся средствами этнокультурного образования. В диагностике применены мотивационно-ценностный и эмоционально-волевой компоненты. Авторами статьи внедрен этнокультурный модуль, разработан оценочный инструментарий, проведен цикл занятий с применением инновационных педагогических технологий, цифровых средств обучения, а также технологии дополненной реальности. Представленные в статье материалы могут быть использованы педагогами дополнительного образования, методистами, учителями, аспирантами, магистрантами и студентами.

Ключевые слова: творческая индивидуальность, дополнительное образование, экспериментальная работа, средства этнокультурного образования, компоненты и критерии

**ESSENCE AND CONTENT OF FORMATION
OF CREATIVE INDIVIDUALITY OF STUDENTS
IN CONDITIONS OF ADDITIONAL EDUCATION****Barakhsanova E.A., Nikiforova E.P., Maksimova E.A.***M.K. Ammosov North-Eastern Federal University, Yakutsk,
e-mail: elizafan@rambler.ru*

The article is devoted to clarifying the definition of the essence and content of the formation of students' creative individuality by means of ethnocultural traditions in the context of additional education. The purpose of the study is to theoretically substantiate the essence of the concept of creative individuality formation in the system of additional education based on the consideration of the ethnocultural traditions of the peoples living in the Republic of Sakha (Yakutia). The research is based on principles such as activity, consistency, consistency, as well as motivational and axiological approaches. The authors developed and considered an experimentally tested module of the Uran Oyu general educational program in fine arts («Exquisite Drawing») among 110 students from 7 to 10 years old, distribution: control and experimental groups of 55 students, boys – 8, girls – 102, which was intended for additional education of students. During the ascertaining and formative stages of the experimental work, the authors revealed the levels of students' motivational readiness to form students' creative abilities by means of ethnocultural education. Motivational-value and emotional-volitional components are used in the diagnosis. The authors of the article have implemented an ethnocultural module, developed assessment tools, conducted a cycle of classes using innovative pedagogical technologies, digital learning tools, as well as augmented reality technology. The materials presented in the article can be used by teachers of additional education, methodologists, teachers, graduate students, undergraduates and students.

Keywords: creative individuality, additional education, experimental work, means of ethnocultural education, components and criteria

Введение

Современное российское общество нуждается в высокомотивированных и творческих личностях, способных самостоятельно решать сложные стратегические задачи. Главной задачей современного образования являются формирование и развитие всесторонне развитой

творчески активной личности. Важность формирования творческой индивидуальности обучающихся заключается в понимании ее как высшей ценности общества. В формировании этих качеств большую роль играет система дополнительного образования, опирающаяся на этнокультурные традиции.

Актуальность темы исследования связана с расширением направлений творческой деятельности обучающихся и недостаточной изученностью данного феномена с учетом специфики деятельности детских творческих центров в условиях региональной образовательной среды.

Образовательная среда дополнительно образования как условие формирования творческой индивидуальности обучающихся ориентирована на понимание и признание языкового, культурного, духовного разнообразия. Детские центры творчества играют ключевую роль в формировании гармонично развитой личности.

Целями исследования являются теоретическое обоснование сущности понятия творческой индивидуальности обучающихся и определение уровня их мотивационной готовности к приобщению к изобразительному искусству средствами этнокультурных традиций народов, проживающих в Республике Саха (Якутия).

Материалы и методы исследования

Методами исследования послужили: теоретический анализ психолого-педагогических, методических научных работ по рассматриваемой проблеме, педагогический эксперимент, анкетирование, вербально-коммуникативный, качественный и количественный методы, обобщение лучших педагогических практик. Эксперимент проведен среди обучающихся студии «Уран ойуу» («Изысканный рисунок») на базе муниципального автономного нетипового образовательного учреждения «Дворец детского творчества имени Ф.И. Авдеевой» городского округа «город Якутск» в течение одного учебного года. Общая выборка составила 110 обучающихся в возрасте 7–10 лет. В контрольной группе было 55 обучающихся, в экспериментальной – 55; мальчиков – 8, девочек – 102.

Результаты исследования и их обсуждение

Проблема формирования творческой индивидуальности обучающихся в научных исследованиях рассматривается в разных аспектах. Вопросы творческой индивидуальности как самостоятельной научной проблемы изучались еще в XVIII веке. Н.А. Бердяев отмечает: «Индивидуальность есть все-таки подлинная реальность и ценность, индивидуальность может переживать в своем пути состояния одиночества, кризиса, она может перерасти старые формы единения» [1, с. 120]. По наблюдениям С.Л. Рубинштейна: «В способностях детей – как общих, так и специальных – об-

наруживаются многообразные индивидуальные различия» [2, с. 692]. Л.С. Выготский утверждал, что основой творческой деятельности и индивидуальности считает воображение («кристаллизованное воображение»), эмоции, потребности, жизненный и социальный опыт, которые нужно развивать у ребенка с малых лет [3, с. 16–20]. А.Н. Леонтьев отмечает: «Личность, как и индивид, есть продукт интеграции процессов, осуществляющих жизненные отношения субъекта» [4, с. 87].

В исследовании Л.А. Dorfman творчество рассматривается как результат или функция того, как устроен метаиндивидуальный мир [5]. К.Н. Kim, S.G. Park в своих исследованиях проанализировали, как определенные измерения I/C связаны с индексами креативности в этих двух культурных контекстах [6]. J. Deng, X. Huang, X. Ren разработали эффективную модель прогнозирования академической успеваемости детей начальной школы путем включения самооценки и индивидуальности в аналитическую структуру [7]. По наблюдениям Р. Cantor, D. Osher, J. Berg, L. Stever, понимание целостного, конструктивного характера развития и взаимосвязи между индивидуумами и их физическими, социальными и культурными контекстами дает трансформационную возможность изучать траекторию развития детей и влиять на нее [8]. К.Е. Tangirov, A.R. Sattarov на основе анализа опыта использования мобильных устройств в качестве средства обучения и их применения в индивидуализации и информатизации образования, описанного в научной, педагогической, методической и технической литературе, отмечают дидактические возможности цифровых ресурсов [9].

Данной актуальной проблеме также посвящены диссертационные исследования В.М. Жураковской и С.В. Барановой. В.М. Жураковская пишет, что под индивидуальностью обучающегося подразумевается уникальная совокупность качеств, свойств личности, которые проявляются в позитивной, сознательной деятельности, связанной с самореализацией, обуславливающей создание им самого себя, своего жизненного пути. Все это основывается на системном, деятельностном, личностно-ориентированном, коучинговом подходах [10]. С целью определения уровня сформированности творческой индивидуальности С.В. Барановой проведено экспериментальное исследование на основе использования трех оценочных критериев по определению мотивационно-ценностного, знаниевого и деятельностного компонентов [11].

Специфика регионального образования отражена в исследованиях А.М. Цирульникова, в которых регионализация образования рассматривается как самостоятельный социокультурный феномен и культурно-исторический процесс, являющийся элементом новой социодинамики культуры [12]. В научных работах Е.А. Барахановой и Т.В. Сивцевой отмечено, что усиление этнопедагогической составляющей образовательного процесса на основе гармонизации этнического и профессионально-педагогического компонентов актуализируется специфика региональной образовательной среды [13]. В своих исследованиях Е.П. Никифорова и М.П. Сидорова акцентируют внимание на том, что для всесторонне развитой личности любой предмет окружающего мира является смысловой гиперссылкой, от которой можно строить бесконечные ряды ассоциаций, а это имеет немаловажное значение в формировании ассоциативного мышления и осознанности у обучающихся, которые занимаются разными видами творчества [14]. Создание условий для гармоничного полноценного развития личности обучающихся предусматривает необходимость усиления индивидуализации образовательного процесса с целью максимального раскрытия личностного потенциала, уникальной индивидуальности [15]. Эти особенности обучающихся были учтены авторами при разработке модуля программы по изобразительному искусству «Уран ойуу» («Изысканный рисунок»).

Анализ научных трудов, посвященных регионализации образования, показывает, что этнокультурные традиции обеспечивают позитивные изменения в процессе формирования творческой индивидуальности обучающихся средствами этнокультурного воспитания (понимание культурных различий, толерантность к другим народам).

Следует отметить, что подход региональных авторов к данной проблеме состоит в том, что проводимая в образовательных организациях системная работа должна иметь этнокультурную направленность. Народы, проживающие в Республике Саха (Якутия), имеют богатые этнопедагогические традиции, заложенные с давних времен в народном воспитании.

Несмотря на то что по данной проблеме имеется немало научных работ, недостаточно исследованы отдельные аспекты, в частности формирование творческой индивидуальности обучающихся в условиях деятельности детских центров по изобразительному искусству с опорой на этнокультурные традиции.

Исходя из проанализированных исследований, авторы статьи делают выводы о том, что творческая индивидуальность – это интегративное отличительное свойство, качество личности, позволяющее совершать себя и окружающий мир посредством культурных ценностей, творческой и интеллектуальной деятельности средствами этнокультурных традиций.

Таким образом, сущность понятия *формирование творческой индивидуальности обучающихся* в условиях дополнительного образования с использованием этнокультурных традиций и учета региональной специфики позитивно влияет на формирование ценностных качеств обучающихся и обогащает теорию этнокультурного воспитания.

Мотивационный компонент имеет причинно-следственную связь в формировании положительной учебной и творческой деятельности обучающихся, являясь одним из важных условий психологической, личностной готовности к формированию самобытной индивидуальности. В основе мотивации к творчеству лежит потребность в самореализации личности, поэтому большую роль играют внутренняя мотивация обучающегося, художественная направленность деятельности личности, цель, заинтересованность, а также положительные эмоционально-волевые качества.

На основе анализа научной литературы по исследуемой проблеме авторами сделан вывод о том, что под *мотивационной готовностью обучающихся по формированию творческой индивидуальности средствами этнокультурного образования* можно понимать *целенаправленность интереса и действий личности обучающегося, которые основаны на внутренней положительной мотивации, ценностные ориентиры, эмоциональные и волевые качества, направленные на удовлетворение потребностей, реализацию целей в художественном творчестве с учетом региональных особенностей и применения средств этнокультурных традиций.*

Следует отметить, что методологическая основа исследования по определению мотивационной готовности обучающихся в контексте формирования творческой индивидуальности средствами этнокультурного образования, разработанная авторами, опирается на: мотивационный подход, который определяет положительную направленность мотива, готовность к творческой деятельности в процессе обучения в студии; аксиологический подход, который предоставляет возможность учитывать общечеловеческие и культурные ценности; личностно-ориентированный подход, основан-

ный на гуманизме, демократизме, уважении самооценности личности обучающегося, позволяющий учитывать индивидуальные особенности и потребности, мотивацию к саморазвитию.

Исследование состоит из организационного, констатирующего и формирующего этапов. *Организационный этап* включал в себя подбор диагностического инструментария по каждому компоненту, определение состава контрольных и экспериментальных групп, разработку образовательной программы, методических материалов. *Констатирующий этап* проведен для определения начального уровня мотивационной готовности по формированию творческой индивидуальности обучающихся средствами этнокультурных традиций в контрольных и экспериментальных группах путем реализации подобранных методов и технологий по компонентам. *Формирующий этап* был направлен на преобразование условий протекания процесса, определение уровня мотивационной готовности обучающихся, участвующих в эксперименте. Данный этап включает контрольный срез для определения динамики изменений, результатов показателей и уточнения эффективности педагогических условий.

Согласно выделенным компонентам разработан комплекс диагностического инструментария, который включает: *мотивационно-ценностный компонент*, авторами применена адаптированная методика диагностики учебной мотивации Н.Г. Лускановой; использована «Шкала эмоционального отклика» А. Меграбян, Н. Эпштейна; для определения уровня развития волевых качеств обучающихся проведена анкета, разработанная Т.И. Шульга.

На *формирующем этапе* в экспериментальной группе проведен цикл занятий по дополнительной общеобразовательной и общеразвивающей программе «Уран ойуу» («Изысканный рисунок»), где внедрен этнокультурный модуль, включающий 10 тем, применены инновационные педагогические технологии, использованы цифровые электронные ресурсы. На данном этапе проведен срез для фиксирования изменений в экспериментальной группе и уточнения эффективности педагогических условий и средств обучения по мотивационно-оценочному и эмоционально-волевому компонентам, который показал незначительные изменения по сравнению с показателями констатирующего этапа.

Обучающиеся экспериментальной группы показали положительную динамику; методы диагностики выявили, что большинство участников экспериментального

обучения студию посещают по собственному желанию, с увлечением занимаются творчеством, искусством, самостоятельно решают учебные задачи, генерируют креативные идеи. Получению положительных результатов способствовали применение таких педагогических технологий и методов, как: организация самостоятельной деятельности обучающихся, проектная деятельность, проблемное обучение, педагогическая мастерская, беседа, диалоговое взаимодействие, геймификация, коллективная творческая деятельность, а также систематическое проведение воспитательных мероприятий, обогащающих знания, культурный опыт; использование цифровых технологий, повышающих интерес к разнообразию творческого самовыражения. Все это дает опору на интересы, возможности, опыт и способности самого обучающегося, что способствует формированию творческой индивидуальности.

Исходя из вышесказанного, на констатирующем этапе исследования для диагностики уровня мотивационной готовности по формированию творческой индивидуальности обучающихся средствами этнокультурных традиций авторами выбраны мотивационно-ценностный и эмоционально-волевой компоненты.

Критериями оценки мотивационной готовности по формированию творческой индивидуальности обучающихся выступают: *по мотивационно-ценностному компоненту* – высокая внутренняя мотивация к учебной, творческой деятельности; потребность в получении новых знаний, получение удовлетворения от самовыражения через искусство, от создания самобытного и оригинального художественного материала; *по эмоционально-волевому компоненту* – инициативность, дисциплинированность, настойчивость, выдержка, решительность, самостоятельность, организованность, деловитость, целеустремленность, прилежание, интерес, восторг, удивление, удовольствие от творчества. Эти качества необходимы для любого творческого человека. Центры изобразительного искусства не только способствуют воспитанию творческой личности, но и содействуют выбору будущей профессии.

Результаты экспериментальной работы по выявлению уровня мотивационной готовности к формированию творческой индивидуальности обучающихся средствами этнокультурного образования в контрольной и экспериментальной группах на констатирующем этапе не показали существенных различий. Итоги этой работы представлены в таблице.

Показатели уровня мотивационной готовности к формированию творческой индивидуальности обучающихся средствами этнокультурных традиций в контрольной и экспериментальной группах, %

Диагностический инструментарий	Группы	Уровни				
		Очень высокий	Высокий	Средний	Низкий	Очень низкий
Мотивационно-ценностный						
Адаптированная методика диагностики школьной мотивации Н.Г. Лускановой	КГ – 55	36–65,45%	12–21,82%	7–12,73%	0%	0%
	ЭГ – 55	37–67,27%	10–18,19%	8–14,54%	0%	0%
Эмоционально-волевой						
Методика А. Меграбян, Н. Эпштейна «Шкала эмоционального отклика»	КГ – 55	4–7,27%	34–61,82%	17–30,91%	0%	0%
	ЭГ – 55	3–5,45%	32–58,19%	20–36,36%	0%	0%
Методика для определения уровня развития волевых качеств обучающихся. Т.И. Шульга	КГ – 55		11–20,00%	30–54,55%	14–25,45%	
	ЭГ – 55		9–16,36%	31–56,36%	15–27,28%	

Примечание: полученные авторами данные были сведены в таблицу 1 согласно рекомендациям ВАК РФ по применению критериев доказательности диссертационных исследований в области наук об образовании.

По эмоционально-волевому компоненту анализ показал, что преобладает высокий уровень эмоциональной эмпатии, который свидетельствует об эмоциональной открытости, чувственности, умении сопереживать, понимать эмоции собеседника. Обучающиеся обладают позитивным настроем, толерантны, способны оказывать помощь, работать в группе, лояльны. Анализ уровня волевых качеств обучающихся свидетельствует о том, что из 11 критериев методики Т.И. Шульга на показателе *высокий уровень* имеют высокие баллы такие качества, как самостоятельность, организованность и целеустремленность; на *среднем уровне* – дисциплинированность, решительность, инициативность и прилежание; на *низком уровне* – смелость, организованность, деловитость.

Заключение

Анализ научных исследований по рассматриваемой проблеме и проведенный эксперимент по определению мотивационной готовности обучающихся по формированию творческой индивидуальности средствами этнокультурного образования в студии «Уран ойуу» («Изысканный рисунок») показали, что творческая индивидуальность обучающихся в аспекте исследования понимается как интегративное отличительное свойство, качество личности, позволяющее совершенствовать себя и окружающий мир посредством культурных ценностей в творческой, интеллектуальной деятельности, которое опирается на мотивационный, аксиологический, лич-

ностно-ориентированный, этнокультурный и средовый подходы.

Исходя из цели и задач исследования, авторами были применены методы диагностики по мотивационно-ценностному, эмоционально-волевому компонентам, которые показали на констатирующем этапе и срезе формирующего этапа положительные результаты.

Таким образом, авторами определен оценочный инструментарий и на практике реализован экспериментально проверенный модуль общеразвивающей программы по изобразительному искусству «Уран ойуу» («Изысканный рисунок»).

Список литературы

1. Бердяев Н.А. Смысл творчества. Опыт оправдания человека. М.: АСТ, 2007. 164 с. URL: <https://crystalbook.ru/wp-content/uploads/2021/05/%D0%9D.%D0%90.-0%B0.pdf> (дата обращения: 27.02.2025).
2. Рубинштейн С.Л. Основы общей психологии. СПб.: Питер, 2002. 720 с. URL: https://yanko.lib.ru/books/psycho/rubinshteyn=osnovu_obzhey_psc.pdf (дата обращения: 27.02.2025).
3. Выготский Л.С. Воображение и творчество в детском возрасте. СПб.: СОЮЗ, 1997. 96 с. URL: https://pedlib.ru/Books/7/0060/7_0060-1.shtml (дата обращения: 27.02.2025).
4. Леонтьев А.Н. Деятельность. Сознание. Личность. 2-е изд. М.: Политиздат, 1975. 304 с. URL: <https://www.marxists.org/russkij/leontiev/1975/dyatyelnost/deyatelnost-soznyanie-lichnost.pdf> (дата обращения: 27.02.2025).
5. Dorfman L. A Medaindividual Model of Creativity // New Directions in Aesthetics, Creativity and the Arts. Routledge. 2020. С. 105-122. URL: <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9781315224084-9/medaindividual-model-creativity-leonid-dorfman> (дата обращения: 27.02.2025).
6. Kim K.H., Park S.G. Relationship between parents' cultural values and children's creativity // Creativity Research Journal. 2020. Т. 32, №. 3. С. 259-273. URL: <https://www.tand->

fonline.com/doi/abs/10.1080/10400419.2020.1821566 (дата обращения: 27.02.2025).

7. Deng J., Huang X., Ren X. A multidimensional analysis of self-esteem and individualism: A deep learning-based model for predicting elementary school students' academic performance // *Measurement: Sensors*. 2024. Vol. 33. С. 101-147. DOI: 10.1016/j.measen.2024.101147.

8. Cantor P. Malleability, plasticity, and individuality: How children learn and develop in context // *The science of learning and development*. Routledge. 2021. С. 3-54. URL: <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9781003038016-2> (дата обращения: 27.02.2025).

9. Tangirov K.E., Sattarov A.R. Didactical possibilities of mobile applications in individualization and informatization of education // *Mental Enlightenment Scientific-Methodological Journal*. 2020. Is. 1. P. 76–84. URL: <https://mentaljournal-jspu.uz/index.php/mesmj/article/view/11> (дата обращения: 27.02.2025).

10. Жураковская В.М. Система психолого-педагогического обеспечения развития индивидуальности обучающихся в образовательном процессе школы: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Казань, 2021. 54 с. URL: http://irbis.gnpbu.ru/Aref_2021/Жураковская.pdf (дата обращения: 27.02.2025).

11. Баранова С.В. Формирование готовности детей младшего школьного возраста к творческой самореализации в дополнительном образовании: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Саранск, 2020. 26 с. URL: https://vak.minobrnauki.gov.ru/az/server/php/filer_new.php?table=att_100048545 (дата обращения: 27.02.2025).

12. Цирульников А.М. Социокультурный подход к развитию образования в сельских территориях // *Педагогика сельской школы*. 2022. № 2 (12). С. 5–32. DOI: 10.20323/2686-8652-2022-2-12-5-32.

13. Бараханова Е.А., Сивцева Т.В. Цифровая информационная подготовка студентов в контексте актуализации потенциала этнопедагогике // *Ученые записки Забайкальского государственного университета*. 2020. Т. 15, № 2. С. 6–13. DOI: 10.21209/2658-7114-2020-15-2-6-13.

14. Никифорова Е.П., Сидорова М.П. К вопросу о текстах «новой природы» // *Мир науки, культуры, образования*. 2023. Т. 10, № 2 (99). С. 126-128. DOI: 10.24412/1991-5497-2023-299-126-128.

15. Шергина Т.А. Стратегия развития этнокультурного воспитания и образования в сельских школах Республики Саха (Якутия) // *Мир науки, культура и образования*. 2023. № 6 (106). С. 314-316. DOI: 10.24412/1991-5497-2023-6103-314-316.

УДК 373.2:376.37
DOI 10.17513/snt.40327

ИССЛЕДОВАНИЕ СФОРМИРОВАННОСТИ ДИАЛОГИЧЕСКОЙ РЕЧИ У ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА С ОБЩИМ НЕДОРАЗВИТИЕМ РЕЧИ

Барцаева Е.В.

*ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический университет имени М.Е. Евсевьева»,
Саранск, e-mail: ezhovkina.elena@mail.ru*

В статье освещены вопросы, связанные с формированием диалогической речи у дошкольников, у которых диагностировано общее недоразвитие речи. Диалогическая речь выступает важным элементом коммуникативных умений, которые способствуют успешной адаптации и обучению детей. Цель работы – проанализировать уровень развития диалогической речи у детей дошкольного возраста с общим недоразвитием речи. Практическая часть опытно-экспериментального исследования проводилась в Муниципальном автономном дошкольном образовательном учреждении городского округа Саранск «Центр развития ребёнка – детский сад № 9». Эксперимент, направленный на изучение сформированности диалогической речи, был проведен с участием 16 детей дошкольного возраста (5–6 лет), имеющих логопедическое заключение «общее недоразвитие речи». Была проведена диагностика с помощью методики «Изучение сформированности диалога у дошкольников», разработанной А.В. Чулковой, включающей задания, которые позволяли установить следующие аспекты: особенности владения речевым этикетом; реализация запроса информации; реплицирование; составление диалога. Анализ выполнения заданий показал, что большая часть детей дошкольного возраста с общим недоразвитием речи имеют низкий уровень сформированности диалогической речи. Данные диагностики свидетельствуют о необходимости усиления логопедической работы по формированию диалогической речи у детей дошкольного возраста с общим недоразвитием речи.

Ключевые слова: диалог, диалогическая речь, общее недоразвитие речи, дошкольный возраст, реплицирование, речевой этикет, дети

Исследование выполнено в рамках гранта, направленного на поддержку научно-исследовательских работ по приоритетным направлениям деятельности вузов-партнеров в условиях сетевого взаимодействия (Мордовский государственный педагогический университет имени М.Е. Евсевьева) на 2025 год по теме «Научно-методические основы социально-коммуникативного развития дошкольников в общем и специальном образовании».

A STUDY OF THE FORMATION OF DIALOGICAL SPEECH IN PRESCHOOL CHILDREN WITH GENERAL SPEECH UNDERDEVELOPMENT

Barcaeva E.V.

*Mordovia State Pedagogical University named after M.E. Evseviev, Saransk,
e-mail: ezhovkina.elena@mail.ru*

The article highlights issues related to the formation of dialogical speech in preschoolers who have been diagnosed with general speech underdevelopment. Dialogical speech is an important element of communication skills that contribute to the successful adaptation and learning of children. The purpose of the work is to analyze the level of development of dialogic speech in preschool children with general speech underdevelopment. The practical part of the experimental study was conducted in the Municipal Autonomous Preschool Educational Institution of the Saransk city district «Child Development Center – Kindergarten No. 9». An experiment aimed at studying the formation of dialogical speech was conducted with the participation of 16 preschool children (5–6 years old) with a speech therapist's conclusion «general speech underdevelopment». The diagnosis was carried out using the methodology «Studying the formation of dialogue in preschoolers», developed by A.V. Chulkova, which included tasks that made it possible to establish the following aspects: features of mastery of speech etiquette; implementation of information request; replication; composing a dialogue. The analysis of the tasks allowed us to establish that the majority of preschool children with general speech underdevelopment have a low level of formation of dialogical speech. Diagnostic data indicate the need to strengthen speech therapy work on the formation of dialogical speech in preschool children with general speech underdevelopment.

Keywords: dialogue, dialogic speech, general speech underdevelopment, preschool age, replication, speech etiquette, children

The study was carried out within the framework of a grant aimed at supporting research work in priority areas of activity of partner universities in the context of network interaction (Mordovian State Pedagogical University named after M.E. Evseviev) for 2025 on the topic “Scientific and methodological foundations of the social and communicative development of preschoolers in general and special education”.

Введение

Социальный заказ к системе современного образования предопределяет важность полноценного развития личности, способной активно общаться и взаимодействовать с окружающими, реализуя свой интеллектуальный и творческий потенциал. По мнению Г.Р. Шпиталевской, речевое общение представляет собой универсальное условие для формирования личности в дошкольном возрасте [1]. Дошкольный возраст рассматривается как период, наиболее благоприятный для формирования речевой активности. На данном этапе происходят важные изменения в личностном становлении ребенка, возрастает потребность в совместных играх, что требует развития умений договариваться, объяснять, рассуждать и обосновывать свои мысли [2]. Поэтому развитие коммуникативной сферы, в которой особое значение имеют навыки диалогической речи, выступает одной из наиболее значимых образовательно-воспитательных задач в любой образовательной организации.

Формирование диалогической речи у детей дошкольного возраста приобретает особую значимость, что находит отражение в требованиях Федерального государственного образовательного стандарта дошкольного образования [3]. В соответствии с этими требованиями, образовательный процесс должен быть направлен на развитие у детей умения вести диалог, навыков общения и коммуникативного взаимодействия как со сверстниками, так и с взрослыми.

Согласно М.В. Чекановой, развитие диалога является значимой проблемой в логопедии, поскольку речь служит не только средством общения, но и инструментом мышления [4]. Диалогическая речь представляет собой ключевое средство речевой коммуникации, в процессе которой формируются навыки взаимодействия и развивается эмоциональный интеллект.

В своих работах С.В. Кобзева [5], Л.В. Ступак подчеркивают, что важнейшим элементом становления личности в дошкольный период выступает развитие у ребенка способности к диалогической речи [6]. К.Е. Панасенко и Л.В. Шинкарева выделяют диалогическое общение как важный процесс для дошкольников, способствующий формированию межличностных отношений, познанию, освоению языка, социализации и развитию индивидуальности ребенка [7]. По мнению А.В. Никифоровой и В.А. Дубовской, через диалог дети дошкольного возраста познают окружающий мир, устанавливают социальные связи, взаимодействуя со сверстниками и взрослыми, а так-

же реализуют свою естественную потребность в самовыражении [8]. В.Д. Романова утверждает, что диалог служит для ребенка первой школой овладения родным языком, где он усваивает фонетику, лексику и грамматику, развивает фонематический слух и дикцию, а также диалог является ключевым инструментом социализации, познания окружающего мира и умственного развития [9].

В исследованиях А.Г. Арушановой показано, что развитие диалогической речи, несмотря на всю ее очевидность в общем речевом развитии дошкольников, представляет для них определенную сложность. Без специальной обучающей работы даже старшие дошкольники не могут овладеть навыками диалога. Самостоятельно и стихийно им доступно лишь освоение элементарных в большинстве своем в вопросно-ответной форме [10, с. 14].

Проблема формирования диалогической речи в период дошкольного детства особенно актуальна и значима по отношению к детям с общим недоразвитием речи. По мнению Т.Б. Филичевой, общее недоразвитие речи характеризуется неполной сформированностью всех аспектов речевой системы, при этом тяжесть нарушений может быть различной [11, с. 37]. У таких детей наблюдаются скудный словарный запас, неразвитость лексической системы и трудности в усвоении грамматических норм языка, что существенно затрудняет формирование связной речи [12]. У них отмечаются значительные сложности в построении предложений и использовании грамматически правильных конструкций [13]. Исследователями отмечено, что эти дети с трудом могут вступать в диалог, задавать вопросы и отвечать на них, использовать формулы речевого этикета, проявлять достаточную инициативу и активность в общении. Собственно речевые нарушения, которые проявляются в дефектах фонетико-фонематического и лексико-грамматического оформления речевых высказываний, существенно затрудняют становление навыков ведения диалога, а это, в свою очередь, приводит к нарушениям развития многих психических процессов, связанных с коммуникативной сферой, также личности в целом.

Но, несмотря на значимость формирования диалогической речи детей дошкольного возраста с общим недоразвитием речи, о чем свидетельствуют отечественные исследования, а также существующие современные научные разработки по его осуществлению, на практике наблюдаются определенные трудности. Учителя-ло-

гопеды редко уделяют внимание данной работе, проводят ее нецеленаправленно, смещая акцент на преодоление недостатков звукопроизношения, лексики и грамматики. Однако именно в рамках диалога у дошкольников развиваются все стороны речевой деятельности, происходит становление монологической речи как показателя высшего уровня речевого развития. Анализ особенностей становления диалогической речи у детей дошкольного возраста остается одной из важных задач в современной логопедии, поскольку это способствует пониманию механизмов развития речи и созданию эффективных методик коррекции речевых нарушений.

Цель исследования – изучение исходного уровня сформированности диалогической речи у детей дошкольного возраста с общим недоразвитием речи.

Материал и методы исследования

Педагогический эксперимент был проведен в сентябре-октябре 2024 года с участием 16 детей 5–6 лет – воспитанников МАДОУ г.о. Саранск «Центр развития ребёнка-детский сад № 9», имеющих логопедическое заключение ОНР (общее недоразвитие речи), III уровень речевого развития. Для оценки исходного уровня развития диалогической речи была применена диагностическая методика «Изучение сформированности диалога у дошкольников», разработанная А.В. Чулковой [14, с. 68]. Входящие в нее задания направлены на выявление ключевых показателей диалогической речи, таких как: использование речевого этикета, умение запрашивать информацию, способность к реплицированию и построению диалога.

1-е задание – владение речевым этикетом – имело цель определить умение ребенка использовать формулы речевого этикета в ситуациях приветствия незнакомого и знакомого человека разного возраста (взрослого, ребенка), обращения к взрослому или другому ребенку, выражение просьбы и извинения. Для этого ребенку в индивидуальной беседе предлагается решить ряд коммуникативных ситуаций: приветствие, знакомство, выражение просьбы, извинение, обращение к взрослому, разрешение конфликтной ситуации в игре.

Оценка выполнения задания осуществляется в баллах: 3 балла – ребенок успешно справляется с различными речевыми ситуациями, применяя соответствующие формулы речевого этикета, и демонстрирует вежливое обращение к собеседникам независимо от их возраста и степени знакомства; 2 балла – ребенок правильно разрешает

только те речевые ситуации, которые ему хорошо знакомы, а формулы этикета уже заучены, иногда путается в них. В целом использует небольшой набор стандартных обращений и приветствия; 1 балл – ребенок большинство речевых ситуаций разрешает неправильно, часто опускает вежливое обращение, выражение просьбы, использует повелительное наклонение.

2-е задание – владение умением запроса информации – имело цель определить умение ребенка формулировать и задавать вопросы для получения информации. Для этого ребенку предлагали угадать загаданное взрослым животное, используя картинки и задавая вопросы. Например, он может задать уточняющие вопросы: «Это домашнее или дикое животное? Есть ли у него крылья?» – и другие подобные вопросы.

Оценка выполнения задания предусматривает использование баллов: 3 балла – ребенок самостоятельно и в хорошем темпе задает вопросы, которые позволяют собрать достаточный объем информации и достичь цели расспроса; использует вопросы разного типа: репродуктивные, поисковые и пр.; 2 балла – ребенок формулирует вопросы преимущественно с помощью взрослого, однако они не способствуют получению достаточной информации и достижению поставленной цели. Работает в медленном темпе, уделяя больше внимания рассматриванию изображений и указанию на то, о чем хочет спросить. Вопросы носят краткий и однообразный характер; 1 балл – ребенок не может задать ни одного вопроса без помощи взрослого, задает не более 2 вопросов. Быстро теряет интерес, отвлекается.

3-е задание – особенности реплицирования – имело цель определить наиболее часто используемые ребенком в диалоге реплики: реплики-стимулы или реплики-реакции, а также общую речевую активность в моделировании телефонного разговора. В ходе беседы взрослый использует различные типы побудительных реплик: сообщение, предложение и побуждение к действию. После каждой реплики ребенку предоставляется возможность самостоятельно развить диалог. Если он не продолжает разговор, взрослый предлагает следующую реплику.

Оценка выполнения задания производилась с использованием баллов: 3 балла – ребенок активно включается в разговор, демонстрирует интерес и способность слушать; быстро реагирует на побудительные реплики, развивая диалог, в котором сам использует как реплики-реакции, так и реплики-стимулы. В целом беседа включает 4–7 диалогических единств. 2 балла – ребенок охотно участвует в разговоре,

но не проявляет инициативу, чаще следуя за собеседником. Преобладают реплики-реакции, при попытке рассказать или объяснить он часто отвлекается и испытывает трудности с подбором слов. Диалог ограничивается 2–3 диалогическими единствами; 1 балл – ребенок не проявляет стремления к разговору, предпочитает слушать, но редко реагирует на побудительные реплики. В диалоге использует исключительно краткие реплики-реакции, не стремясь пояснить их содержание. Диалог состоит из 1 диалогического единства.

4-е задание – владение умением составления диалога – ставило целью определить умение составлять диалог по наглядно представленной ситуации от лица каждого ее участника. Для этого ребенку предлагается рассмотреть картинку, на которой изображены ежик и зайчик, а потом придумать диалог, который может происходить между ними. Если ребенок затрудняется, то взрослый задает наводящие вопросы: «О чем может спросить ежик зайчика, указывая на морковку?», «Что может ответить ему зайчик?» и др.

Оценка выполнения задания проводится с использованием баллов: 3 балла – ребенок активно и самостоятельно составляет диалог, который достаточно содержательный, раскрывающий всю ситуацию и иногда выходящий за ее пределы, включает более 4 диалогических единств. Используются формулы речевого этикета, прямая речь. Ребенок старается модулировать голос, отражая особенности героев; 2 балла – ребенок нуждается в постоянной помощи. Диалог малосодержательный, отражает только общую суть изображенной ситуации, включает 2–3 диалогических единства. Формулы речевого этикета не используются, прямая речь часто заменяется косвенной; 1 балл – ребенок не проявляет интереса к заданию. Диалог составляет только с постоянной опорой на наводящие вопросы взрослого по картинке. Дает короткие ответы.

По завершении выполнения детьми всех диагностических заданий подсчитывалась общая сумма набранных баллов. Это позволяло определить в отношении каждого ребенка определенный уровень сформированности диалогической речи:

1) высокий уровень (10–12 баллов): ребенок быстро и самостоятельно выполняет все задания. Совершая ошибки и допуская неточности, часто замечает их самостоятельно и старается исправить. В целом владеет многими формулами речевого этикета, умением запрашивать информацию и составлять содержательный диалог, используя разнообразные реплики;

2) средний уровень (7–9 баллов): ребенок при выполнении заданий нуждается в помощи и подсказках. Допускает ошибки, которые исправляет только с помощью взрослого. Владеет некоторыми часто употребляемыми в повседневной жизни формулами речевого этикета, недостаточно владеет умением запрашивать информацию, не может составить содержательный диалог, преобладают реплики-реакции;

3) низкий уровень (4–6 баллов): ребенок не может самостоятельно выполнить все задания. Допускает грубые ошибки, которые не замечает и не может исправить даже с помощью взрослого. Может давать неадекватные ответы. Не владеет основами речевого этикета, не умеет задавать вопросы и не способен к ведению диалога.

Результаты исследования и их обсуждение

Диагностическое исследование показало, что у дошкольников с ОНР не наблюдается высокого уровня сформированности диалогической речи. Ни один из детей не выполнил задания самостоятельно, правильно показав достаточное владение речевым этикетом, умениями запроса информации (задавать вопросы), использовать разнообразные реплики, строить диалог.

Большинство детей (62,5%) имели низкий уровень сформированности диалогической речи. Они неохотно выполняли задания, часто отвлекались. Эти ребята практически не владеют формулами речевого этикета, так как при разрешении предложенных ситуаций они опускали вежливое обращение, выражение просьбы, извинения. Часто у них присутствовало в речи повелительное наклонение: «Повесь полотенце!», «Дай покататься!», «Скажи время!» Детям с низким уровнем сложно запрашивать информацию, так как не знали, как сформулировать вопросы, уточнить ответ собеседника. Все вопросы составляют по подсказкам взрослого: «у этого животного есть вот это... (экспериментатор показывает на рога коровы), после подсказки взрослого («это рога») вопрос стал чуть содержательнее и точнее: «Есть рога?»

Особую сложность для них имели задания на изучение реплицирования и умения строить диалог. Испытуемые с ними не справились. Помощь и подсказки взрослого не оказывали особого положительного влияния. Было отмечено, что детям неинтересно обыгрывать ситуацию разговора по телефону. Дошкольники слабо реагировали на побудительные реакции: «Будем вместе собирать пазл?» (взрослый) – «Не знаю» (ответ ребенка после па-

узы). Их разговор состоял исключительно из реплик-реакций, которые в целом были краткими и односложными. Особые трудности для детей представило задание на составление диалога по наглядному материалу. Респонденты не справились с ним, так как коротко передали в косвенной речи после подсказок взрослого только основную суть: «Животные встретились. Зайчик сказал: “Здрате”, ежик тоже».

Среди оставшихся дошкольников с ОНР, которых значительно меньше (37,5%), уровень сформированности диалогической речи можно охарактеризовать как средний. У них был интерес к заданиям, но неустойчивый, быстро исчезающий. Они недостаточно владеют формулами речевого этикета, используя в основном вежливое выражение извинения по отношению к взрослому и приветствие к сверстнику: «Привет, Саша!» (ситуация приветствия сверстника), «Мамочка, прости!» (ситуация извинения). Дети со средним уровнем сформированности диалогической речи проявляли большую речевую активность при запрашивании информации, но многие вопросы формулировали с помощью взрослого и ограничивались 2–3 вопросами, часто используя жесты, заменяющие слова. Например, «У него... эти (машет руками)... (взрослый: «крылья»), ... ага, крылья». Вопросы задают короткие и однотипные: «Где живет?», «Он рыжий?» и др. Участвуя в обыгрывании телефонного разговора, дошкольники со средним уровнем сформированности диалогической речи не проявляли достаточной речевой инициативности, но охотно отвечали на вопросы. Поэтому в их разговорах преобладали реплики-реакции. В некоторых случаях пытались объяснить, но им не хватало слов, поэтому они обрывали объяснение: «Мне тоже купили леги. Там есть... ну, разные. Там можно собрать машину». При составлении диалога по наглядному материалу они постоянно нуждались в подсказках слов: «Зачем тебе... (взрослый: «Гриб?») ага... грибок зачем?» Часто заменяли прямую речь на косвенную, не старались модулировать голос и развивать диалог персонажей, передавая основную суть изображенной ситуации. Диалоги резко обрывали.

Таким образом, результаты проведенной диагностики позволили определить, что у детей дошкольного возраста с ОНР диалогическая речь сформирована недостаточно. На это указывают сложности в использовании формул речевого этикета, в формулировании вопросов с целью получения определенной информации, в построении диалога на основе наглядного материала, преобладание в разговоре реплик-ре-

акций. Полученные результаты указывают на необходимость проведения коррекционной работы по формированию диалогической речи у дошкольников с ОНР.

Проведенное автором исследование показало, что диалогическая речь играет ключевую роль в обеспечении эффективного общения и успешного коммуникативного взаимодействия. В лингвистике и психологии данный тип речи характеризуется как особая форма речевой деятельности, построенная на быстром обмене репликами, являющимися ее «диалогическими единицами», выраженными в вопросно-ответной, сообщительной или побудительной форме [11]. Для продуктивного построения диалога человеку важно обладать такими умениями, как собственно речевые, речевой этикет, общение в паре, группе и коллективе, планирование совместных действий, а также невербальными [6, 7]. В речевом онтогенезе диалогическая речь является первой и очень важной для полноценного речевого развития. Особую значимость овладение ее навыками имеет для детей дошкольного возраста. У детей дошкольного возраста с ОНР наблюдаются выраженные затруднения и недостатки в формировании диалогической речи, взаимосвязанные тесным образом с самим речевым дефектом. Этим дошкольникам сложно устанавливать контакт и вступать в диалог, задавать вопросы, поддерживать содержательное общение, пользоваться речевым этикетом [15].

Результаты показали, что у большинства детей преобладает низкий уровень сформированности диалогической речи. Лишь у небольшой части дошкольников (6 человек) был выявлен средний уровень развития данного навыка. Эти данные свидетельствуют о значительных трудностях у детей с ОНР в построении диалога, что подчеркивает необходимость разработки и проведения целенаправленной коррекционной работы для развития диалогической речи у данной категории дошкольников.

Заключение

Таким образом, проведенное исследование позволило выявить ключевые особенности сформированности диалогической речи у детей дошкольного возраста с ОНР. Установлено, что у данной категории детей наблюдаются значительные трудности в построении диалога, что проявляется в ограниченном словарном запасе, несформированности навыков формулирования вопросов и ответов, а также в неспособности поддерживать и развивать тему разговора. Для преодоления недостатков формирования диалогической речи у детей

дошкольного возраста с ОНР необходимо проводить специальную коррекционно-развивающую работу. Она должна строиться на последовательном развитии диалоговых умений с учетом возможностей воспитанников и использовании различных методов, средств и технологий, основанных на игровой деятельности.

Список литературы

1. Шпиталевская Г.Р. Формирование диалогической речи детей дошкольного возраста по текстам детской литературы // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского Социология. Педагогика. Психология. Том 1 (67). 2015. № 3. С. 72-78. URL: <https://sn-spp.cfuv.ru/arhiv/tom-1-67-3-2015-g/> (дата обращения: 08.02.2025).
2. Бичева И.Б., Казначеева С.Н., Бугрова А.А., Казначеев Д.А. Речевая активность и особенности ее формирования в дошкольном возрасте // Современные наукоемкие технологии. 2023. № 3. С. 62-66. URL: <https://top-technologies.ru/article/view?id=39557> (дата обращения: 09.02.2025). DOI: 10.17513/snt.39557.
3. Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта дошкольного образования: Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации (Минобрнауки России) от 17 октября 2013 г. № 1155 г. Москва // Российская газета. 25 ноября 2013 г. № 6241.
4. Чеканова М.В. Приемы работы по формированию диалога у детей среднего дошкольного возраста с задержкой речевого развития // Вестник Томского государственного педагогического университета. 2018. Вып. 3 (192). С. 55-58. URL: https://vestnik.tspu.ru/archive?year=2018&issue=3&article_id=6860&format=html (дата обращения: 08.02.2025). DOI: 10.23951/1609-624X-2018-3-55-58.
5. Кобзева С.В. Теоретические аспекты формирования диалогической речи дошкольников с общим недоразвитием речи // Интерактивная наука. 2021. № 4 (59) С. 17-19. DOI: 10.21661/r-553980.
6. Ступак Л.В. Диалогическая речь и её становление у детей дошкольного возраста // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Гуманитарные науки. 2011. № 4. С. 35-37. URL: <http://www.nauteh-journal.ru/files/631770f1-8111-48db-9be0-670549d28334> (дата обращения: 08.02.2025).
7. Панасенко К.Е., Шинкарева Л.В. Развитие диалогического общения у старших дошкольников с общим недоразвитием речи как условие позитивной социализации // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 5. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=26817> (дата обращения: 08.02.2025).
8. Никифорова А.В., Дубовская В.А. Особенности диалогической формы речи у старших дошкольников с общим недоразвитием речи третьего уровня // Вестник Курганского государственного университета. 2018. № 4. (51). С. 23-26. URL: <http://dspace.kgsu.ru/xmlui/bitstream/handle/123456789/5667/Вестник%20КГУ%202018-4.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (дата обращения: 08.02.2025).
9. Романова В.Д. Особенности диалогической речи детей дошкольного возраста // Вестник науки. 2025. Т. 2. № 1 (82). С. 613-617. URL: <https://www.вестник-науки.pf/article/20679> (дата обращения: 08.02.2025).
10. Арушанова А.Г., Иванкова Р.А., Рычагова Е.С. Коммуникация. Развивающее общение с детьми 5-6 лет. М.: Сфера, 2022. 112 с.
11. Логопедия: теория и практика: под редакцией Т.Б. Филичевой. 3-е издание, исправленное и дополненное. М.: Эксмо, 2022. 608 с.
12. Архипова С.В., Нестерова Т.А. Диагностика развития связной речи детей старшего дошкольного возраста // Учебный эксперимент в образовании. 2024. № 3 (111). С. 17-27. URL: https://mordgpi.ru/upload/iblock/b95/UEvO-3_2024_s_obl.pdf (дата обращения: 01.02.2025). DOI: 10.51609/2079-875X_2024_3_17.
13. Иневаткина С.Е., Терлецкая О.В., Кильдюшова С.А. Комплексное сопровождение дошкольников с нарушениями речи // Гуманитарные науки и образование. 2022. Т. 13, № 3. С. 55-60. URL: https://www.mordgpi.ru/upload/iblock/861/Tom-13_-_3-_iyul_sentyabr_.pdf (дата обращения: 01.02.2025). DOI: 10.51609/2079-3499_2022_13_03_55.
14. Чулкова А.В. Формирование диалога у дошкольников. Ростов-на-Дону: Феникс, 2008. 220 с.
15. Яковлева Н.П., Иванова Н.В. Исследование состояния диалогической речи у дошкольников с общим недоразвитием речи // Аллея науки. 2018. Т. 2, № 6. (22). С. 983-986. URL: https://alley-science.ru/domains_data/files/June_journal/Vtoroy%20tom%20Iyun%20is.pdf?x59998 (дата обращения: 08.02.2025).

УДК 378.14
DOI 10.17513/snt.40328

КОНЦЕПЦИЯ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ТРАНСФОРМАЦИИ ОПЫТА ЭМОЦИОНАЛЬНО-ЦЕННОСТНЫХ ОТНОШЕНИЙ БУДУЩИХ ПЕДАГОГОВ

Васина О.Н.

ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет», Пенза,
e-mail: onvasina@yandex.ru

Цель работы заключается в описании результатов исследования, посвященного разработке концепции педагогического сопровождения трансформации опыта эмоционально-ценностных отношений будущих педагогов. Методологической основой исследования является совокупность теоретических положений аксиологического, системного, компетентностного и культурологического подходов. В статье уточнено понятие «педагогическое сопровождение трансформации опыта эмоционально-ценностных отношений». Сформулированы основные идеи концепции, согласно которым: накопленный социальный опыт эмоционально-ценностных отношений является фундаментальной основой состава содержания образования в высшей школе; наполнение объективного поля отношений будущих педагогов следует осуществлять исходя из ценности «природы» к ценности «человек» и далее к ценности «общество»; личный опыт ценностных отношений преподавателя определяет направление деятельности по педагогическому сопровождению, обеспечивающему приобщение студентов к социально и профессионально значимым ценностям и позволяющему ограничить возможное социально нежелательное влияние информационного и цифрового контента на сознание студентов. Выделены принципы аксиологического, системного, компетентностного, культурологического подходов и комплекс педагогических условий, которые конкретизируют представления о содержательных и процессуальных аспектах преподаваемых дисциплин, учебных и производственных практик, воспитательных мероприятий, научно-исследовательской работы студентов, в ходе которых осуществляется практическая реализация концепции.

Ключевые слова: высшая школа, концепция, трансформация, опыт отношений, будущие педагоги

THE CONCEPT OF PEDAGOGICAL SUPPORT TRANSFORMATIONS OF THE EXPERIENCE OF EMOTIONAL AND VALUE RELATIONS OF FUTURE TEACHERS

Vasina O.N.

Penza State University, Penza, e-mail: onvasina@yandex.ru

The purpose of the work is to describe the developed concept of pedagogical support for the transformation of the experience of emotional and value relations of future teachers. The methodological basis of the research is a set of theories of axiological, systemic, competence-based and cultural approaches. The article clarifies the concept of «Pedagogical support for the transformation of the experience of emotional and value relationships». The main ideas of the concept are formulated: the social experience of emotional and value relations is the foundation of the content of education in higher education; the objective field of future teachers' relations should be filled based on the value of «nature» to the value of «man» and further to the value of «society»; the personal experience of the teacher's relationship determines the activity of pedagogical support, which ensures that students are introduced to social values and restrains the socially undesirable influence of information and digital content on the consciousness of students. The principles of axiological, systemic, competence-based, cultural approaches and pedagogical conditions on the substantive and procedural aspects of the taught disciplines, practices, educational activities, and research work of students, during which the concept is implemented, are highlighted.

Keywords: higher school, concept, transformation, relationship experiences, future teachers

Введение

В Концепции подготовки педагогических кадров на период до 2030 года [1] отмечается, что одним из результатов ее реализации является формирование системы гуманитарных, духовно-нравственных и гражданско-патриотических ценностей, обуславливающих направление развития системы профессионального образования, отбор его содержания, особенности взаимоотношений субъектов, качество интеллектуального и культурного роста будущих педагогов. Ценностные ориентации, убеждения,

опыт переживаний определяют содержание понятия «опыт эмоционально-ценностных отношений» (опыт ЭЦО) [2, 3]. Для его изменения (обогащения, перестройки) благоприятен юношеский возраст [2, 4]. В связи с этим обращение к категории «опыт ЭЦО» и его трансформации в контексте профессионального образования связано с возрастными и психологическими особенностями личности студентов [5]. Обладающий высоким уровнем сформированности опыта ЭЦО педагог способен успешно взаимодействовать с детьми, родителями, педагогами,

готов создавать доброжелательную атмосферу в коллективе, эффективно организовывать образовательный процесс, определять перспективы профессионального развития.

Цель исследования: описание результатов исследования, посвященного разработке концепции педагогического сопровождения трансформации опыта эмоционально-ценностных отношений будущих педагогов.

Материалы и методы исследования

Содержательный и сравнительный анализ научной литературы, нормативно-правовой документации свидетельствует об отсутствии единых подходов к решению проблемы приобщения студентов к духовно-нравственным и социокультурным ценностям. Автор решает проблему с позиций совокупности принципов аксиологического, системного, компетентностного и культурологического подходов, конкретизирующие представления об усвоении социально и профессионально значимых ценностей и принятии накопленного человечеством опыта отношений и переживаний. Совокупность теоретических положений, выраженных через идеи, принципы и педагогические условия, автор обобщил в концепции, практическая реализация которой осуществляется в ходе опытно-экспериментальной работы, организованной на базе Педагогического института им. В.Г. Белинского Пензенского государственного университета. Педагогический эксперимент начат в 2014 году и продолжается до настоящего времени.

Результаты исследования и их обсуждение

Теоретические положения аксиологического подхода являются основой: анализа понятия «опыт ЭЦО будущих педагогов»; определения значимости коэволюционного единства системы «природа – человек – общество» как аксиологической основы современной культуры; раскрытия значимости профессии учителя через возможности нравственного, интеллектуального и творческого потенциала развития личности; установления нравственной основы действий и поступков, деятельности и поведения; рассмотрения педагогического сопровождения с позиций эмоционального взаимодействия его субъектов (преподавателей, кураторов, тьюторов, студентов); оказания помощи обучающимся в создании личностной системы ценностей и накоплении позитивного опыта взаимодействия с объектами и явлениями окружающего мира [2, 6].

Системный подход автор использует для анализа трансформационных процессов, происходящих в системе личностных ценностей, разработки концепции и конструирования на ее основе структурно-содержательной модели.

Компетентностный подход в настоящее время определяет особенности целеполагания, содержания, организации и результатов профессионального образования. Автор использует подход для выражения результатов усвоения социально и профессионально значимых ценностей и опыта переживаний в личностном компоненте универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций [2, 7, 8]. Показателем его сформированности является готовность к определенным действиям и поступкам, реализуемая в поведении и деятельности обучающихся.

Культурологический подход автор использует как основу для отбора содержания и организации педагогического сопровождения трансформации опыта ЭЦО будущих педагогов [2, 9]. Согласно данному подходу, важно обеспечить передачу культуры как всего многообразия преобразующей деятельности человечества в виде социального опыта. Поэтому содержание образования включает весь накопленный человечеством опыт. По структуре (не по объему) он тождественен человеческой культуре и структурно представлен: а) знаниями; б) способами теоретической и практической деятельности; в) способами творческой деятельности; г) ценностными отношениями и переживаниями. Вместе с тем, любой элемент социального опыта может быть усвоен обучающимися, если его представить в виде соответствующей совместной деятельности учителя как носителя и проводника культуры и обучающихся как ее открывателей [2, 9].

Совокупность теоретических положений аксиологического, системного, компетентностного, культурологического подходов автор рассматривает в качестве основы: а) организации совместной деятельности всех субъектов образовательного процесса для усвоения ценностей и накопленного социумом опыта переживаний, определяющих возможности обогащения и изменения ценностной системы будущих педагогов; б) выражения результатов усвоения социально и профессионально значимых ценностей в личностном компоненте компетенций [10].

Формирование и изменение системы ценностных отношений на основе наиболее значимых объектов и явлений окружающего мира еще в советской школе рассматри-

вали как основную задачу воспитания, поскольку главным признаком воспитания авторы определяли именно отношение к окружающему миру, а формирование мотивов любой деятельности – как проявление этого отношения. Заметим, что опыт ЭЦО состоит в оценочном отношении к людям, деятельности, миру, при котором особой формой отражения действительности выступают эмоции и чувства, раскрывающиеся в переживаниях [2, 3, 10]. С одной стороны, имеющийся опыт отношений регулирует соответствие деятельности и поведения человека его потребностям. С другой стороны, он расширяет область потребностей, сферу значимости объектов и явлений окружающего мира, мотивы деятельности и поступков [9, 10].

Учитывая важность формирования и развития позитивного опыта ЭЦО будущих педагогов, его обогащения в социально значимом направлении, автор предлагает использовать понятие «трансформация» и рассматривает его через множественные изменения, приводящие к преобразованию (формированию, развитию) личностной системы ценностей и перестройке объективного поля системы отношений. Под педагогическим сопровождением трансформации опыта ЭЦО автор понимает организованную на основе эмоционального взаимодействия деятельность по созданию условий для осознанной ориентации (и, если требуется, переориентации) будущих педагогов на усвоение накопленного социумом опыта и ценности, связанные со значимостью жизни и здоровья обучающихся, развития их личности; коммуникации; личностной, социальной, профессиональной самореализацией, удовлетворением прагматических потребностей (длительность отпуска, карьерный рост, возможность оказания платных образовательных услуг и др.). Результатом являются: а) способность педагога свободно ориентироваться в сложных социальных и профессиональных ситуациях; б) готовность и способности педагога выбирать и реализовывать инновационные и безопасные подходы к организации образовательного процесса; в) понимание и переживание значимости выбранной профессии для общества и собственного развития; г) способность и готовность педагога к организации усвоения учениками традиционных российских духовно-нравственных ценностей.

Обозначим теоретические положения концепции.

Фундаментальная основа накопленного человечеством опыта и определяющий элемент состава содержания образования – опыт эмоционально-ценностных отношений, который влияет: а) на содержание ори-

ентаций и убеждений личности, воспитание чувства гражданственности и патриотизма; б) на результативность усвоения знаний, присвоения известных способов деятельности, развития творческой деятельности [2].

Конструкция объективного поля отношений в логике: «природа – сама личность – другие люди и взаимодействие с ними – здоровье – труд / профессия / – Отечество / родной край – мир в целом». Это: а) отражает особенности морально-нравственного взаимодействия с объектами и явлениями окружающего мира в соответствии с коэволюцией природы, человека и общества; б) охватывает экологические, экономические и социальные аспекты; в) может быть использовано преподавателями высшей школы при формировании и развитии личностных аспектов компетенций [6, 11, 12]. Иерархию ценностей автор рассматривает с позиций теории гуманизма и универсального эволюционизма Н.Н. Моисеева [6, 12]. Отсюда ценностный ряд сконструирован на основе коэволюционного единства системы «природа – человек – общество» с учетом традиционных духовно-нравственных ценностей России [11].

Организация деятельности по педагогическому сопровождению, обеспечивающему приобщение студентов к социально и профессионально значимым ценностям, в значительной степени зависит от имеющегося у преподавателя опыта ЭЦО. Опыт отношений преподавателя является ключевым аспектом: а) при отборе информационного материала исходя из ценности «природы» к ценности «человек» и далее к ценности «общество»; б) при разработке ценностно и профессионально ориентированных проблемных ситуаций, направленных на усвоение ценностей, формирование гражданской позиции и волевой саморегуляции; в) морально-нравственного и ценностного выбора студентов; в) в противодействии возможному социально нежелательному влиянию информационного и цифрового контента на сознание будущих педагогов [13]. В условиях интенсивного потока информации преподаватель обеспечивает оптимальное и разумное ограничение свободы ценностного выбора в соответствии с поставленными целями, которые могут студентами разделяться, а могут быть отвергнуты.

Содержательные и процессуальные аспекты преподаваемых дисциплин, воспитательных мероприятий, учебных и производственных практик, научно-исследовательской работы студентов являются основой организуемого в рамках опытно-экспериментальной работы педагогического сопровождения. В педагогическом экспери-

менте задействованы преподаватели Педагогического института им. В.Г. Белинского, студенты очной и заочной формы обучения направлений подготовки 44.03.01 Педагогическое образование, профили «Английский язык», «Биология», «Дошкольное образование», «Начальное образование», «История», «Русский язык»; 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), профили «Биология. Химия», «География. Безопасность жизнедеятельности», «История. Обществознание», «Русский язык. Литература», педагоги и руководители общеобразовательных учреждений г. Пензы. За время эксперимента в нем приняли участие более 500 человек [10].

Далее рассмотрим принципы аксиологического, системного, компетентностного и культурологического подходов, конкретизирующих представления о требованиях к реализации теоретических положений концепции.

Принципы аксиологического подхода: субъектности – каждый участник образовательного процесса (преподаватель, куратор, тьютор, студент) является активным ценностно-мотивированным субъектом деятельности и субъект-субъектных взаимоотношений; динамики системы личностных ценностей и возможности изменения в ней; признания личностей обучающихся важнейшим внутренним регулятором и источником мотивов действий и поступков; содействия в усвоении социально и профессионально значимых ценностей.

Принципы системного подхода: целостности – опыт ЭЦО как целостная система структурно представлен: а) взаимосвязанными и взаимодополняющими эмоциональным, когнитивным, конативным компонентами; б) ценностными объектами, объединяющими значимость природы, самого человека, других людей, здоровья, профессии, родного края, Отечества; разнообразия элементов системы – чем больше разнородных элементов (эмоционально-ценностной информации), тем больше возможностей для преобразования имеющегося опыта отношений; нелинейного изменения – любые изменения в структуре и содержании системы многовариантны и альтернативны (разное ценностное наполнение, способы оценки ценностей, варианты взаимодействия участников обмена опытом и др.); непрерывного (продолжительного) взаимодействия элементов системы – все элементы системы непрерывно взаимодействуют между собой и внешней средой (обмен эмоциями, ценностными ориентациями, убеждениями), обеспечивая изменения структуры и содержания.

Принципы компетентностного подхода: ориентация на формирование компетенций как способности и готовности применять знания, умения, личностные качества при самостоятельном решении профессиональных проблем; ориентация на формирование личностного компонента компетенций, который объединяет ценности, мотивы, личностные качества, опыт человека, оказывающие воздействие на мотивы деятельности и поступков; единства обучения и воспитания личности студента как будущего профессионала, реализуемого, главным образом, через содержательные и процессуальные аспекты преподаваемых дисциплин.

Принципы культурологического подхода: поликультурная насыщенность; соответствие содержания педагогического сопровождения целям современного образования на всех уровнях его конструирования; единство содержательной и процессуальной сторон образования.

Реализация концепции предполагает соблюдение комплекса выявленных на основе анализа научной литературы и результатов экспериментальной работы условий.

Организационно-педагогические условия: рассматривать в качестве определяющего компонента содержания деятельности по педагогическому сопровождению опыт ЭЦО; выявить его в личностном компоненте компетенций; интегрировать в максимальное количество преподаваемых дисциплин, учебных и производственных практик эмоционально насыщенный эколого-ориентированный и культурно-ценностный материал; вовлечь студентов в научно-исследовательскую работу и организацию воспитательных мероприятий, направленных на усвоение социально и профессионально значимых ценностей [7, 8, 13].

Психолого-педагогические условия: включить в содержание образования ценностно-смысловые проблемные ситуации / стимулы; считать студентов активными участниками субъект-субъектных эмоциональных взаимоотношений; создать благоприятный психологический климат, способствующий развитию рефлексивной позиции студентов; учитывать перцептивный, когнитивный, практический и поступочный психологические каналы формирования отношений [13, 14].

Дидактические условия: использовать образно-эмоциональные дидактические средства для вовлечения студентов в проектирование ситуационных заданий ценностного выбора с учетом профессионального контекста; применять учебно-методическое обеспечение, разработанное с опорой

на культурные, исторические, экологические и социальные традиции российского общества; использовать валидный и надежный диагностический инструментарий оценки полученных результатов [13, 15].

Заключение

Концепция педагогического сопровождения трансформации опыта эмоционально-ценностных отношений будущих педагогов в образовательном процессе высшей школы представляет собой совокупность обобщенных теоретических положений, выраженных через принципы аксиологического, системного, компетентностного, культурологического подходов, при ведущем значении последнего. Комплекс условий практической реализации предложенной концепции объединяет организационно-педагогические, психолого-педагогические и дидактические условия. В логике предлагаемой концепции разработаны и проходят апробацию: дидактический комплект «Экология» (6 книг, включая рабочую тетрадь), учебное пособие и рабочая тетрадь по дисциплинам «Возрастная анатомия, физиология и гигиена», «Биология с экологией», учебные пособия «Семейные ценности» и «Педагогика», учебно-методические пособия «География родного края. Программа и уроки модуля, тематика учебных проектов, кейс-задания» и «География. Кейс-задания по курсу «География России»», проективная методика «Пословицы. Поговорки».

Список литературы

1. Распоряжение Правительства РФ от 24 июня 2022 г. № 1688-р [Электронный ресурс]. URL: <http://government.ru/docs/all/141781/> (дата обращения: 16.12.2024).
2. Васина О.Н. Методология исследования проблемы преобразования опыта эмоционально-ценностного отношения в профессиональном образовании // Бизнес. Образование. Право. 2022. № 3(60). С. 297-301. DOI: 10.25683/VOLBI.2022.60.307.
3. Петухова М.А., Кривошапкина О.М. Сравнительный анализ диагностики опыта эмоционально-ценностных отношений к природе студентов-естественников // Современные проблемы науки и образования. 2019. № 6. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=29293> (дата обращения: 03.02.2025).
4. Данилова М.И., Яковлева Е.В., Васильева А.С., Исакова Н.В., Плотников Н.В., Ембулаева Л.С. Трансформация культуры и образования в контексте времени: монография. Краснодар: Новация, 2019. 100 с.
5. Бражникова А.Н. Отношение к другим людям как показатель нравственности современных студентов // Вестник МГЭИ. 2021. № 2. С. 145-158. DOI: 10.37691/2619-0265-2021-0-2-145-158.
6. Глазачев С.Н., Петров С.Е. Высшее педагогическое образование в области окружающей среды на современном этапе // Грани познания. 2021. № 4(75). С. 12-20. URL: <https://sciup.org/148322649> (дата обращения: 03.02.2025).
7. Лесев В.Н., Валеева Р.А. Глобальные компетенции: их роль и значение // Международный научно-исследовательский журнал. 2021. № 12-3(114). С. 65-67. DOI: 10.23670/IRJ.2021.114.12.085.
8. Жевлакович С.С. Методическая модель формирования личностного компонента компетенций и диагностирования соответствующих результатов обучения и воспитания // Вестник экономической безопасности. 2019. № 2. С. 335-338. DOI: 10.24411/2414-3995-2019-10115.
9. Краевский В.В., Лернер И.Я. Теоретические основы содержания общего среднего образования. М.: Педагогика. 1983. 352 с. URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01001134142?ysclid=m7hgmlj5wd457710114> (дата обращения: 19.02.2025).
10. Васина О.Н., Пономарёва О.Н. Конструирование содержания образования по ведущему компоненту социального опыта // Современные проблемы науки и образования. 2022. № 5. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=32027> (дата обращения: 03.02.2025).
11. Павлова И.В., Герман Е.В., Турбина Е.Ю. Новые тенденции в структуре жизненных ценностей студентов // Современные наукоемкие технологии. 2022. № 3. С. 169-173. URL: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=39093> (дата обращения: 25.02.2025). DOI: 10.17513/snt.39093.
12. Малинецкий Г.Г. Прогноз стратегических рисков в научном творчестве Н.Н. Моисеева // Знание. Понимание. Умение. 2020. № 2. С. 55-67. DOI: 10.17805/zpu.2020.2.5.
13. Васина О.Н. Дидактическое сопровождение эколого-ориентированной работы на материалах хрестоматии // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Гуманитарные науки. 2017. № 1(41). С. 161-169. DOI: 10.21685/2072-3024-2017-1-17.
14. Ясвин В.А. Технология среднего проектирования в образовании // Социально-политические исследования. 2020. № 1(6). С. 74-93. DOI: 10.20323/2658-428X-2020-1-6-74-93.
15. Васина О.Н. Результаты экспериментальной работы по трансформации опыта эмоционально-ценностного отношения студентов // Бизнес. Образование. Право. 2024. № 3(68). С. 284-288. DOI: 10.25683/VOLBI.2024.68.1021.

УДК 376.42:373
DOI 10.17513/snt.40329

ХАРАКТЕРИСТИКА ВЕРБАЛЬНОЙ И ОБРАЗНОЙ РЕПРЕЗЕНТАЦИИ ЗНАНИЙ И ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О РАСТИТЕЛЬНОМ МИРЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫМИ НАРУШЕНИЯМИ

Данилова А.М., Подвальная Е.В.

*ФГБОУ ВО «Московский государственный психолого-педагогический университет»,
Москва, e-mail: am-danilova@yandex.ru, heliophile@yandex.ru*

Формирование знаний и представлений об окружающем природном мире у обучающихся с интеллектуальными нарушениями было и остается одной из важных проблем специальной педагогики и специальной методики обучения дисциплинам естественнонаучного цикла. В статье описываются результаты исследования, целью которого стало экспериментальное изучение репрезентации знаний и представлений о растительном мире у первоклассников с интеллектуальными нарушениями. В исследование были включены школьники, прошедшие обучение в первом классе по адаптированной основной общеобразовательной программе образования обучающихся с умственной отсталостью (интеллектуальными нарушениями) (вариант 1). При формировании выборки учитывались степень выраженности интеллектуального дефекта и наличие вербальной коммуникации. Диагностическая программа была выстроена с учетом психолого-педагогических особенностей участников эксперимента, их возрастных особенностей, а также программных требований к знаниям, умениям и навыкам. Основными методами исследования стали наблюдение, беседа и анализ продуктов детской деятельности. Качественно-количественный анализ результатов экспериментальной работы показал состояние развития вербальной и невербальной репрезентации. Результаты исследования также позволили составить типологию затруднений первоклассников с интеллектуальными нарушениями в репрезентации знаний и представлений о растительном мире. Авторы статьи пришли к выводу о необходимости дальнейшего изучения проблемы формирования у обучающихся способности к вербальной и образной репрезентации природоведческих знаний и представлений, освоенных в урочной и внеурочной деятельности, с последующей разработкой системы методических рекомендаций для учителей и специалистов группы психолого-педагогического сопровождения школьников с интеллектуальными нарушениями.

Ключевые слова: обучающиеся с интеллектуальными нарушениями, вербальная и образная репрезентация, знания и представления о растительном мире

CHARACTERISTIC OF VERBAL AND FIGURATIVE REPRESENTATION OF KNOWLEDGE AND IDEAS ABOUT THE PLANT WORLD OF STUDENTS WITH INTELLECTUAL DISABILITIES

Danilova A.M., Podvalnaya E.V.

*Moscow State University of Psychology & Education, Moscow,
e-mail: am-danilova@yandex.ru, heliophile@yandex.ru*

The formation of knowledge and ideas about the surrounding natural world in students with intellectual disabilities has been and remains one of the important problems of special pedagogy and special methods of teaching natural science disciplines. The article describes the results of a study aimed at an experimental study of the representation of knowledge and ideas about the plant world among first-graders with intellectual disabilities. The study included schoolchildren who completed training in the 1st grade according to the adapted basic general educational program for students with mental retardation (intellectual disabilities) (variant 1). When forming the sample, the degree of expression of the intellectual defect and the presence of verbal communication were taken into account. The diagnostic program was built taking into account the psychological and pedagogical characteristics of the experiment participants, their age characteristics, as well as program requirements for knowledge, skills and abilities. The main research methods were observation, conversation and analysis of the products of children's activities. Qualitative and quantitative analysis of the experimental work results showed the state of development of verbal and non-verbal representation. The results of the study also made it possible to compile a typology of difficulties of first-graders with intellectual disabilities in representing knowledge and ideas about the plant world. The authors of the article came to the conclusion about the need for further study of the problem of developing students' ability to verbally and figuratively represent natural science knowledge and ideas mastered in class and extracurricular activities, with the subsequent development of a system of methodological recommendations for teachers and specialists of the group of psychological and pedagogical support of schoolchildren with intellectual disabilities.

Keywords: students with intellectual disabilities, verbal and figurative representation, knowledge and ideas about the plant world

Введение

Для успешной социализации и социальной адаптации обучающихся с нарушениями интеллектуального развития крайне важна работа по формированию у данной

категории лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) представлений об окружающем мире (природном и социальном). Эта работа начинается еще в дошкольном детстве, когда у ребенка закла-

дываются первоначальные знания и представления о себе, о его социальном окружении, о правилах поведения, о предметах и их функциях, о животных и растениях, о природных процессах, о месте, в котором он живет, и др. Процесс формирования знаний и представлений у детей с нарушениями интеллекта сложный, многоэтапный, длительный.

В соответствии с действующим федеральным государственным образовательным стандартом образования обучающихся с умственной отсталостью (интеллектуальными нарушениями) (далее – ФГОС УО) целенаправленная работа по формированию системы знаний и представлений о природных объектах, явлениях и процессах у данной категории школьников в младших классах происходит в процессе изучения учебного предмета «Мир природы и человека». Именно в младшем школьном возрасте закладывается необходимый минимум естественнонаучных знаний и представлений, который является фундаментом для успешного освоения программного материала образовательной области «Естествознание» в старших классах. Содержание учебного курса «Мир природы и человека» обеспечивает освоение на элементарном уровне школьниками с нарушениями интеллекта знаний и представлений о мире природы: о сезонных изменениях в природе, неживой природе и живой природе (растения, животные, человек).

Т.В. Алабина и Т.В. Шевырева раскрывают особенности формирования представлений о растениях у детей дошкольного возраста этой нозологической группы [1; 2]. В.Н. Синев, Л.С. Стожок в своих работах описывают специфические особенности естественнонаучных представлений старшекласников с умственной отсталостью [3, с. 49–74]. Анализ научных и научно-методических работ показал дефицит современных исследований по проблеме формирования у обучающихся младших классов с умственной отсталостью (интеллектуальными нарушениями) знаний и представлений об окружающем природном мире, в частности о мире растений.

Выявить особенности знаний и представлений ребенка о мире растений возможно через отражение их в его высказываниях (ответы на вопросы, дополнение предложения, составление рассказа и др.), в процессе наблюдения за деятельностью обучающегося (в учебное время и в специально организованных экспериментальных условиях), а также через анализ результатов его изобразительной и конструктивной деятельности.

Такой подход, как считают авторы, позволяет выявить полную картину трудностей в освоении природоведческого материала и составить типологию характерных особенностей знаний и представлений обучающихся по разделу «Растения».

Термин «репрезентация» буквально обозначает «представленность», «изображение», «отображение одного в другом или на другое», то есть способность человека представить, отразить в неких взаимосвязанных структурных элементах с помощью разнообразных (вербальных и невербальных) средств сформированные у него представления, знания, понятия об объектах и субъектах окружающей действительности, о себе самом. В образовательном процессе большую роль играет способность обучающегося представить свои знания посредством вербальных средств. Такая репрезентация обеспечивает не только собственно репрезентативную функцию, но и коммуникативную, столь важную для оценки педагогом знаний обучающихся с умственной отсталостью и своевременной коррекции недостатков этих знаний. При образной репрезентации программного материала ребенок опирается на личный опыт непосредственного восприятия различной модальности изучаемого объекта, процесса, явления. Такой подход в обучении детей с нарушениями интеллекта является традиционным и широко используемым, так как позволяет эффективно формировать конкретные знания и представления. От уровня развития способности обучающегося воспринимать, перерабатывать, запоминать и репрезентировать учебную информацию зависит его академическая успешность и в конечном счете качество освоения им образовательной программы.

Как показывает практический опыт работы с обучающимися с интеллектуальными нарушениями, к началу школьного обучения дети этой категории подходят с различными стартовыми возможностями по уровню сформированности у них знаний и представлений об окружающем мире. Для оценки их способностей осуществлять вербальную и образную репрезентацию знаний и представлений мы посчитали важным организовать диагностику не в начале, а в конце первого класса, то есть после периода их целенаправленного систематического обучения по дисциплине естественнонаучного цикла. Диагностика в конце учебного года позволяет не только определить актуальные знания и представления школьников, но и наметить при необходимости корректировку учителем рабочей программы по дисциплине «Мир природы и челове-

ка», а также внести необходимые изменения в работу специалистов службы психолого-педагогического сопровождения (ППС).

Цель исследования – экспериментальное изучение вербальной и образной репрезентации знаний и представлений о растительном мире у первоклассников с интеллектуальными нарушениями.

Материалы и методы исследования

Исследование своеобразия вербальной и образной репрезентации знаний и представлений о растениях у обучающихся с интеллектуальными нарушениями проводилось в конце первого года изучения школьниками программного материала учебной дисциплины «Мир природы и человека» (апрель – май 2024 г.) в специальных (коррекционных) образовательных организациях г. Москвы, являющихся базовыми организациями ФГБОУ ВО «Московский государственный психолого-педагогический университет». В исследовании приняли участие ученики первого класса, осваивающие адаптированную основную общеобразовательную программу образования обучающихся с умственной отсталостью (интеллектуальными нарушениями), вариант 1 (далее – АООП). В экспериментальную группу (ЭГ) были включены дети, владеющие вербальной коммуникацией. В ЭГ вошли 78 обучающихся в возрасте 7–8,5 лет.

Под знаниями и представлениями о растительном мире у обучающихся с интеллектуальными нарушениями первого года обучения по варианту 1 АООП авторы понимают элементарный уровень осведомленности школьников о сезонных изменениях в жизни растений, основные сведения об условиях, необходимых для роста и развития растений, о сходстве и различии изучаемых растений, об основных частях растения, о приспособлении растений к разным условиям жизни, об использовании человеком объектов растительного мира.

Разработка диагностической программы осуществлялась на основе ФГОС УО, федеральной адаптированной основной общеобразовательной программы обучающихся с умственной отсталостью (интеллектуальными нарушениями), а также учебно-методического комплекта (УМК) по учебной дисциплине «Мир природы и человека».

Основными методами исследования стали наблюдение, беседа и анализ продуктов детской деятельности.

В диагностическую программу были включены следующие блоки:

1. Оценка вербальной репрезентации знаний и представлений о растительном мире.

2. Оценка образной репрезентации знаний и представлений, а именно способности отразить запечатленные в памяти, в сознании образы объектов, процессов, явлений растительного мира (рисование, моделирование, дорисовка недостающих элементов/частей/деталей и др.). Некоторые задания второго блока диагностической программы носили комплексный характер: после образной репрезентации знаний и представлений ребенком ему задавались дополнительные вопросы, целью которых было получение более полных сведений о сформированности знаний и представлений о растительном мире и выявление их своеобразия у обучающихся с интеллектуальными нарушениями.

Диагностическое исследование проводилось индивидуально с каждым участником эксперимента. Перед обследованием с каждым ребенком был налажен контакт, в процессе обследования поддерживалась комфортная психологическая атмосфера.

Результаты исследования и их обсуждение

Исследование способности к вербальной репрезентации знаний и представлений обучающихся о мире растений (первый блок) выявило ряд особенностей с помощью их ответов на вопросы беседы.

Отвечая на вопрос беседы «Что относится к живой природе?», 83,3 % школьников продемонстрировали способность назвать 2–3 объекта живой природы. Чаще всего к объектам живой природы дети относили животных (зверей, птиц). Наиболее распространенными ответами были «кошка», «птичка», «собака». Лишь 53,3 % из успешно справившихся с ответом на этот вопрос детей отнесли к живой природе объекты растительного мира («дерево», «помидор», «яблоко», «цветок» и др.). Ошибочные ответы содержали названия тел неживой природы и названия предметов, созданных руками человека.

Вопрос беседы «Что нужно растениям для роста?» вызвал у большинства участников эксперимента серьезные трудности. Никто из них не смог назвать все три условия (свет, тепло, вода), которые изучаются школьниками в первом классе. Два условия из трех назвали 26,9 % детей, 41 % – одно. Чаще всего школьники называли воду.

Результаты исследования показали, что знания и представления о частях растения у обучающихся с интеллектуальными нарушениями были сформированы недостаточно. Вспомнить и назвать все части растения (корень, стебель, лист, цветок) смогли 15,3 % участников эксперимента. Чаще все-

го при вербальной репрезентации знаний и представлений о строении растения дети называли лист и цветок. Часть школьников (30,7 %) при восприятии на слух задания «Назови части растения», услышав знакомое слово «растения», начинали перечислять названия знакомых им растений («ромашка», «дерево», «кактус», «елка» и т.п.). При повторном предъявлении задания у данной группы детей не было выявлено случаев самокоррекции подобных ошибок, что может быть объяснено недостаточным уровнем сформированности у них понятия «части растения».

Детям было легче вспомнить и назвать знакомые деревья, чем вспомнить названия кустарников: 82 % участников ЭГ вспомнили и назвали от 1–3 дерева, 2,6 % из них смогли перечислить 5 названий деревьев, 8,2 % участников ЭГ назвали 1–2 кустарника. Чаще всего дети воспроизводили названия таких кустарников, как малина, сирень, смородина.

Уже на первом году обучения в соответствии с программным материалом курса «Мир природы и человека» школьники с нарушениями интеллекта знакомятся с рядом обобщающих понятий. Экспериментальное исследование освоенности этих понятий к концу учебного года показало, что понятия «овощи» и «фрукты» у большинства участников ЭГ (93,7 %) были сформированы на достаточном уровне. Трудности в дифференцировке этих понятий испытывали 6,3 % детей, они не могли безошибочно назвать только фрукты или только овощи. Школьники (8,9 %) затруднялись в отнесении природного объекта к конкретной группе на основе места его произрастания («растения сада», «растения огорода», «растения леса»). При перечислении растений сада дети добавляли растения, произрастающие в огороде, в лесу, и наоборот («на огороде есть огурец, морковь, малина, яблоны», «в саду растут яблоки, груши, помидоры» и т.п.). При перечислении школьниками (11,5 %) лесных растений наблюдалось включение животных леса: «в лесу живут грибы, березы, елки и зайцы», «в лесу много деревьев, травы и птиц».

Серьезные трудности у школьников вызвали вопросы «Какие лекарственные растения ты знаешь?», «Почему березу и мать-мачеху называют лекарственными растениями?», «Для чего нужны лекарственные растения?». В соответствии с действующим УМК по курсу «Мир природы и человека» дети должны усвоить информацию о том, что к лекарственным растениям относят мать-и-мачеху и березу («березовые почки»). Оба примера для данной катего-

рии школьников с ОВЗ оказались сложными как для восприятия и осмысления, так и для репрезентации. Многие дети (83,3 %) не смогли перечислить лекарственные растения, объяснить, почему некоторые растения называют лекарственными (91 %). Самыми распространенными ошибочными ответами были следующие: «это лекарства», «их едят, когда болеют».

Результаты выполнения школьниками с интеллектуальными нарушениями задания «Назови одним словом», где на основе вербального материала дети должны выполнить элементарное обобщение, показали в целом недостаточную способность детей к правильному подбору обобщающего термина: 63,6 % участников эксперимента не справились с заданием или справились с ошибками. Лучшие показатели были выявлены в пробах, где первоклассникам предлагалось выполнить обобщение на основе знаний, полученных ими еще в дошкольном возрасте и закрепляемых на протяжении всего первого класса («береза, дуб, клен – деревья»; «огурец, морковь, кабачок – овощи»), гораздо сложнее давались задания, в которых фигурировали знания, полученные детьми в период обучения в первом классе («ромашка, василек, мать-и-мачеха – цветы»; «сирень, малина, смородина – кустарники»). Чаще всего в качестве обобщающего слова в пробе «ромашка, василек, мать-и-мачеха – цветы» школьники предлагали «цветок», то есть наблюдалась подмена обобщающего слова названием части растения. При выполнении пробы «сирень, малина, смородина – кустарники» дети называли слово «ягоды». Подобные ошибки можно объяснить как недостаточной сформированностью знаний о конкретных кустарниках (внешний вид растения, название кустарника), так и недостатками освоения обобщающих терминов («цветы», «кустарник»).

Задание «Доскажи словечко» было направлено на выявление способности делать элементарные обобщения на основе ключевого признака, представленного вербально. Было отмечено, что успешность выполнения проб данного задания напрямую связана с тем, применялся ли подобный вид работы с детьми в ходе их обучения в первом классе. Так, в классах, где учитель систематически организовывал с детьми подобную работу, школьники понимали предложенную им инструкцию и пытались выполнить задание (41 %). Дети, которые впервые сталкивались с подобным видом работы, как правило, отказывались от его выполнения или выполняли его, пытаясь угадать возможный правильный ответ (59 %). Рас-

смотрим наиболее типичные варианты ответов участников ЭГ. При выполнении пробы «Люди выращивают цветы в саду. Такие цветы называются...» были получены следующие ответы: «цветущими», «цветковыми», «цветками», «ромашки», «розы», «домашние», «у меня нет сада», «я в сад не хожу» и др. Похожие ответы, где наблюдалось соскальзывание на перечисление известных детям растений вместо подбора обобщающего термина на основе представленного вербально основного признака, отмечались при выполнении пробы «В лесу растут растения. Они называются ...» (например, были получены следующие ответы детей: «березы, елки, дуб», «деревья», «лесные, дуб, береза, елка», «деревья и трава, а еще елка и береза» и т.п.).

Особое место в оценке сформированности вербальной репрезентации знаний и представлений школьников заняли задания, которые требовали не простого речевого воспроизведения освоенного программного материала, но демонстрации понимания обучающимися связей и отношений между объектами, объектами и процессами, процессами и условиями, в которых они протекают («Зачем поливают растения?», «Для чего дереву нужен прочный ствол?», «Почему нельзя собирать неизвестные грибы и ягоды в лесу?», «Почему почки появляются на деревьях ранней весной?» и др.). Была отмечена неспособность выделить причину явления, зачастую участники ЭГ лишь повторяли его описание, подменяя описанием выделение и название причины («подснежник под снегом цветет», «снег надо разрыть, и там будут цветы, подснежники», «листопад – листья падают» и т.п.). У нескольких детей (7,6 %) было выявлено возникновение случайных ассоциаций при попытках ответить на вопросы, требующие установления причинно-следственных связей (например: «На деревьях не будет листьев, и снег туда ляжет», «Зимой нет травы. Она под снегом. Спит. Там темно» и др.).

В процессе исследования была отмечена низкая способность первоклассников с интеллектуальными нарушениями к выделению функциональных характеристик изучаемых объектов растительного мира. Школьники (88,4 %) не понимали, для чего человек может использовать семена растений (размножение растений, употребление в пищу и т.п.), затруднялись в определении функционального предназначения частей растений (корня, стебля). Участники эксперимента (91 %) лучше справились с заданием, где необходимо было рассказать, как человек использует овощи и фрукты. Самыми

распространенными ответами были следующие: «их едят», «их готовят».

Трудности вызвали задания и вопросы, связанные с выявлением представлений и знаний о таких объектах растительного мира, с которыми обучающиеся редко встречались в своей жизни, а также если в ходе взаимодействия с ними дети не получали необходимой понятной и доступной информации, которую могли бы включить в свою систему знаний и представлений об окружающем мире. Например, в школьной столовой на обед дети часто получали гороховый суп, на полдник – булочки с маком, то есть на бытовом уровне они неоднократно встречались с блюдами, одним из ингредиентов которых являются семена растений (мак, горох). При этом участники ЭГ не могли вспомнить, какие семена употребляются в пищу человеком, какие блюда можно из них приготовить. Многие первоклассники (73 %) даже не пытались ответить на подобные вопросы.

Второй блок эксперимента был посвящен изучению образной репрезентации знаний и представлений о растительном мире обучающимися с интеллектуальными нарушениями.

Результаты выполнения задания «Узнай растение» (обучающимся предлагалось рассмотреть рисунки с изображениями объектов растительного мира, которые изучались детьми в первом классе, и выбрать последовательно называемые экспериментатором) показали, что оно не вызывало у школьников больших трудностей, если речь шла об узнавании хорошо знакомых растений среди прочих. Однако представления о некоторых растениях, которые изучались в первом классе на уроках курса «Мир природы и человека», отличали неточность, размытость. Например, участники ЭГ путали такие растения, как одуванчик и мать-и-мачеха (41 %), многие обучающиеся не могли найти среди иллюстраций и показать сирень (43,5 %), малину (17,9 %). Было отмечено, что дети успешнее справлялись с заданием на уровне узнавания и показа, чем с заданием, связанным с вербальной репрезентацией своих знаний и представлений («Назови деревья, которые ты знаешь», «Перечисли названия цветов» и т.п.).

Задание «Что нужно растению?» позволило не только оценить знание детьми основных условий для роста и жизни растений, но и выявить способность школьников понимать и использовать знаково-символическую наглядность, предложенную в качестве помощи для репрезентации освоенных знаний и представлений. Детям предлагались два символа: капля воды (символ не-

обходимого для растений полива), солнце (символ тепла и света). Практически все дети с опорой на первый символ вспомнили и сказали, что растениям нужна вода. Второй символ вызвал у многих детей прямые ассоциации с предложенным схематическим изображением. Были получены следующие ответы: «солнце» (84,6 %), «солнышко греет» (5,1 %), «тепло» (6,4 %).

Во второй блок диагностической работы было включено задание «Назови одним словом», где, в отличие от первого блока, проверка способности выполнять элементарные обобщения осуществлялась с опорой на наглядность. Сопоставление результатов выполнения данного задания с использованием вербального и наглядного материала показало, что школьники с нарушениями интеллекта лучше справляются с выделением существенных общих свойств объектов растительного мира и подбором обобщающего слова, выполняя задания с опорой на визуальный ряд. Однако это задание даже при наличии наглядной опоры остается сложным для данной категории обучающихся. Допустили ошибки при выполнении задания 36,7 % участников ЭГ.

При выполнении задания «Чьи семена?» (растения: подсолнечник, горох, мак) продемонстрировали сформированность умения соотносить часть объекта с целым на основе иллюстративного материала 80,7 % детей. Дети подобрали пару «растение – семя». Высокие показатели успешности школьников при выполнении данного задания можно объяснить наличием в УМК «Мир природы и человека» иллюстративного материала и заданий к нему, которые позволили учителям осуществить работу по формированию знаний и представлений по данной теме.

Качество освоения программного материала по разделу «Растения» во многом зависит от уровня развития у обучающихся познавательных процессов. Большую роль здесь играет уровень сформированности способности ребенка с нарушением интеллекта к целенаправленному восприятию объектов и процессов, выделению их существенных свойств, характеристик, сравнению, что подтверждается полученными в ходе исследования данными. В задании «Сравнение объектов растительного мира» детям предлагалось сравнить два объекта между собой с опорой на иллюстративный материал, выделив черты как сходства, так и различия («слива – яблоко», «огурец – кабачок», «помидор – яблоко»). Было отмечено, что чаще всего участники эксперимента, составляя характеристику объектов, выделяют три внешних признака: форму,

цвет, величину. При этом большинство детей при выделении признаков различия выделяют 1–2 этих признака (79,4 %). Крайне мало детей смогли выделить признаки сходства (форма, цвет и/или величина) при сравнении двух объектов растительного мира (8,9 %). В качестве общего признака обобщающие слова «овощи», «фрукты» использовали 6,4 % участников эксперимента, а «растут на огороде» и «растут в саду» – 5,1 %, кроме того, 2,6 % учеников отметили, что «их едят».

Оценка способности репрезентировать в изобразительной деятельности знания и представления о растительном мире проводилась с помощью организации рисования на следующие темы: «Подснежник» (репрезентация знаний и представлений о растении, которое изучалось в первом классе), «Дерево, кустарник, трава» (репрезентация знаний и представлений об основных группах растений), «Лес» (репрезентация обобщенных знаний о растительном мире, наличие или отсутствие понимания связей и отношений в биологической системе), «Любимое растение» (репрезентация представлений участников ЭГ о выбранных по собственному желанию растениях) (табл. 1).

Лучше всего участники ЭГ справились с заданием нарисовать подснежник, 75,6 % школьников при его изображении достигли узнаваемости. Такой высокий показатель авторы объясняют вниманием учителей, преподающих учебный предмет «Мир природы и человека», к анализу внешнего вида растения, выделению его частей. В УМК по данному предмету представлен удачный наглядный материал, который помог школьникам лучше запечатлеть образ подснежника в памяти. Кроме того, беседа с учителями выявила, что первоклассникам предлагалось выполнить зарисовку данного растения на уроке. Другими словами, подходя к выполнению экспериментального задания, дети уже имели опыт образной репрезентации данного цветка в изобразительной деятельности. Однако школьники в своих рисунках допускали такие типичные ошибки, как повышенная геометризация цветка и листьев растения, нарушение пропорции в отображении частей растения, неадекватное цветовое решение и др.

Задание изобразить дерево, кустарник и траву было нацелено на оценку сформированности у детей образов основных групп растений, способности в ходе репрезентации своих знаний отобразить в рисунке основные отличительные характеристики каждой из групп растений.

Таблица 1

Результаты оценки способности обучающихся с интеллектуальными нарушениями к образной репрезентации знаний и представлений о растительном мире

Критерии оценки	Тема рисунка «Подснежник»	Группы растений			«Лес»	«Любимое растение»
		«Дерево»	«Кустарник»	«Трава»		
Узнаваемость объекта(ов) изображения	75,6 %	91%	25,6 %	29,4 %	73 %	74,3 %
Наличие предметного изображения	96,1 %	96,1 %	81,3 %	81,3 %	96,1 %	98,7 %
Адекватное использование цвета при изображении объектов растительного мира	81,3 %	92,3 %	60,2 %	92,3 %	93,5 %	97,4 %
Правильность отображения в рисунке форм объектов	60,2 %	33,3 %	16,6 %	28,2 %	26,9 %	29,4 %
Пропорциональность объектов и их частей	56,4 %	28,2 %	14,1 %	17,9 %	24,3 %	26,9 %
Наличие основных частей изображаемых объектов	62,8 %	28,2 %	14,1 %	14,1 %	14,1 %	30,7 %
Среднее время выполнения рисунка в ЭГ	10 мин.	15 мин.			16 мин.	10 мин.
Обращение за помощью	14,1 %	8,9 %	28,2 %	17,9 %	23,7 %	21,7 %
Сопровождение выполнения рисунка речью	8,9 %	20,5 %			17,9 %	23 %

Анализ детских работ выявил, что 25,6 % школьников с интеллектуальными нарушениями с трудом справились с этим заданием. Лучше всего у участников эксперимента был сформирован образ дерева: при его репрезентации с помощью рисунка дети отображали ствол, крону (91 %). В некоторых рисунках в кроне можно было различить изображение ветвей, листьев. В детских работах узнавались изображения березы и ели, но чаще всего участниками эксперимента использовался шаблонный рисунок дерева, то есть обобщенное изображение его основных частей. Больше всего неточностей и ошибок было выявлено в изображении первокурсниками кустарника. Некоторые дети отказывались рисовать кустарники: «не буду», «не хочу», «не знаю, как...». В узнаваемых изображениях травы чаще всего присутствовало ее представление в виде коротких вертикальных штрихов (без выделения ключевых частей растения). При изображении травянистых растений у некоторых первокурсников наблюдалась репрезентация образа травы в виде цветка, причем, рисуя цветок, дети пользовались типичным шаблоном, который не позволяет отнести изображенный цветок к какому-то конкретному виду.

Значимым для исследования было задание «Нарисуй лес», при выполнении которого дети должны были решить задачу

по изображению не просто одного или нескольких объектов, а представить рисунок, в котором отдельные части должны находиться в единстве и балансе, иметь обоснованные и адекватные связи друг с другом. Анализ детских работ на тему «Лес» позволил авторам определить, что для части первоклассников такая работа является чрезмерно сложной. В ЭГ 27 % детей соскользнули на изображение не связанных между собой 2–3 объектов вместо изображения леса. В работах 67,9 % детей отсутствовало изображение «фрiza» (почвы, земли), неба. Из всего многообразия растений, произрастающих в лесу, первокурсники чаще всего изображали деревья. Лишь 34,6 % участников эксперимента рядом с деревом (деревьями) рисовали траву и/или цветы, грибы. Трудности в выполнении сюжетного рисунка свидетельствуют о слабой структурированности представлений и знаний о растительном сообществе, разрозненности репрезентируемых представлений, их бедности и фрагментарности, а зачастую неточности. В целом можно сказать, что анализ детских работ показал недостаточный уровень развития способности к образной репрезентации знаний и представлений о растительном мире. Полученные результаты, безусловно, объясняются не только особенностями познавательной деятельности обучающихся

с интеллектуальными нарушениями, недостаточным уровнем освоения программного материала раздела «Растения» в курсе «Мир природы и человека», но и своеобразным отставанием в развитии у данной категории детей с ОВЗ изобразительной деятельности. При анализе рисунков детей было выявлено, что часть работ содержала изображения, на которых невозможно было узнать тот или иной нарисованный школьниками объект.

Отметим некоторое разнообразие в выборе объектов изображения при выполнении рисунка «Любимое растение». Вместе с тем при анализе детских работ были выявлены следующие типичные, наиболее распространенные изображения: обобщенный образ дерева, шаблонный рисунок цветка. Несколько детей изобразили кактус (7,6 %), 6,4 % детей ЭГ нарисовали растение в горшке, 2,6 % – новогоднюю елку, 1,3 % – букет в вазе. Качество рисунка любимого растения ненамного отличалось от выполнения первоклассниками других заданий, предполагающих образную репрезентацию представлений о растительном мире. Таким образом, даже при изображении объекта, который ребенок выбирал сам, то есть знакомого ему, наблюдались типичные ошибки в репрезентации представлений об этом объекте, что свидетельствует о прямой связи качества освоения знаний и представлений, способности их образно репрезентировать и своеобразия развития познавательных процессов при умственной отсталости.

Задание «Дорисуй» позволило оценить способность обучающихся первых классов проанализировать изображение, определить недостающую часть объекта и на основе собственных представлений ее воспроизвести. Детям поочередно предлагались таблицы со схематичным изображением цветкового растения, в каждой из таблиц была опущена одна из частей растения. Успешность образной репрезентации участниками эксперимента знаний и представлений о строении растения и его основных органов с помощью дорисовки недостающей детали представлена в табл. 2.

Таблица 2

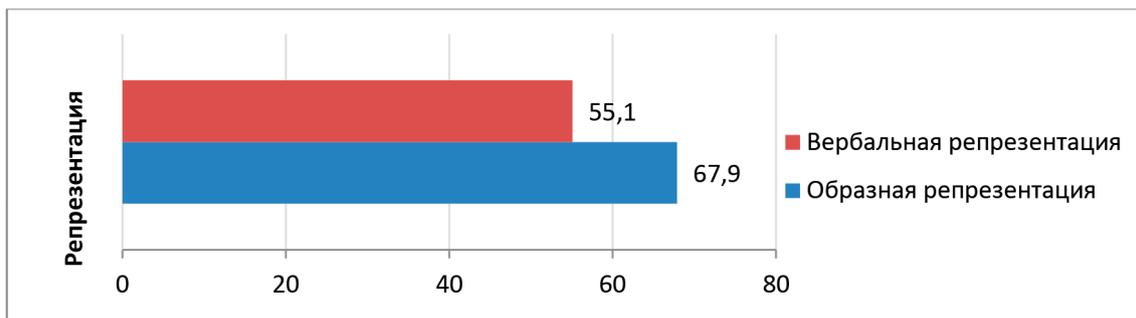
Успешность образной репрезентации при выполнении задания «Дорисуй» участниками ЭГ

Части растения для дорисовки		
Корень	Лист	Цветок
33,3 %	60,2 %	52,5 %

Как видно из табл. 2, большинство детей не смогли обнаружить отсутствие корня на таблице с изображением растения. Некоторые дети вместо цветка дорисовывали продолжение стебля и по его сторонам дорисовывали листья. В целом можно констатировать, что наличие значительного количества неточностей и ошибок при выполнении данного задания говорит о частичной сформированности знаний и представлений о строении растения и его частях. Менее трети участников эксперимента показали достаточный уровень освоения данной темы программного материала по разделу «Растения».

Оценка способности видеть в объектах их существенные признаки, делать на этой основе необходимые обобщения, а также выявление способности устанавливать сходство и различие между зрительно воспринимаемыми изображениями осуществлялись при выполнении участниками исследования задания «Что не подходит?». При выполнении данного задания детям предлагались таблицы с изображениями четырех объектов растительного мира (одуванчик, колокольчик, ромашка, подберезовик; яблоко, груша, слива, помидор и др.). Наиболее сложной оказалась проба «малина, смородина, сирень, дуб», 58,9 % участников ЭГ не справились с данной пробой. Типичными ошибками при определении детьми неподходящего изображения были следующие: «сирень, потому что цветок», «малина, она сладкая». В качестве обобщающего слова называлось слово «лес» (в этом случае обучающиеся не выделяли ни одного неподходящего слова). В то же время несколько проб данного задания показали способность детей выделить неподходящий объект и подобрать обобщающее слово. Так, с пробой «одуванчик, колокольчик, ромашка, подберезовик» справились 93,5 % первоклассников с нарушениями интеллекта. Результаты анализа выполнения данного задания показали, что первоклассники лучше выделяли существенные признаки и подбирали обобщающие слова в случае предъявления подобных заданий с визуальной опорой.

Таким образом, экспериментальное исследование состояния сформированности вербальной и образной репрезентации знаний и представлений о растительном мире у обучающихся с интеллектуальными нарушениями после первого года обучения по АООП (вариант 1) выявило более высокие показатели сформированности у данной категории школьников образной репрезентации (рисунок).



Результаты изучения сформированности вербальной и образной репрезентации знаний и представлений о растительном мире у первоклассников ЭГ, %

Исследование позволило определить распространенность и составить типологию затруднений в репрезентации знаний и представлений о растительном мире, которые были выявлены у первоклассников с интеллектуальными нарушениями, а именно:

- трудности понимания, осмысления, запоминания и воспроизведения биологических терминов (вербальная репрезентация), связанные с названиями растений (33,3 %), частей (органов) растений (48,7 %), биологических процессов, таких как цветение, листопад и др. (58,9 %);

- трудности выполнения дифференциации по ряду признаков (лекарственные, ядовитые растения и пр.) как в ходе вербальной (81,3 %), так и образной репрезентации (78,2 %);

- при вербальной репрезентации знаний об объекте растительного мира соскальзывание на перечисление отдельных его признаков (75,6 %);

- ошибочное привнесение не относящихся к объекту характеристик как при вербальной (48,7 %), так и при образной репрезентации знаний и представлений об объектах растительного мира (39,7 %);

- затруднения в выделении существенных признаков объекта, относящихся его к определенной группе, то есть жизненной форме (дерево, кустарник, трава), как при вербальной (60,2 %), так и при образной репрезентации (48,7 %);

- ошибки вербальной репрезентации при подборе обобщающего слова (73 %);

- трудности образной (70,5 %) и вербальной (82,1 %) репрезентации элементарных морфологических характеристик объектов растительного мира;

- возникновение случайных ассоциаций при вербальной (26,9 %) и образной (15,4 %) репрезентации знаний и представлений о растительном мире;

- трудности в установлении и понимании причинно-следственных отношений

и взаимозависимостей между объектами (объектами и явлениями), ведущие к ошибкам в вербальной репрезентации (неспособность выделения причины явления/процесса, замены причин явлений их следствиями) – 67,9 %, к ошибкам в образной репрезентации (в установлении последовательности событий, представленной серией картинок, в различении на иллюстративном материале причины и ее следствия) – 53,8 %.

На основе изучения особенностей вербальной и образной репрезентации знаний и представлений первоклассников с интеллектуальными нарушениями об изучаемых объектах, явлениях и процессах растительного мира и на основе наблюдений за процессом формирования у школьников знаний и представлений о растениях на уроках учебного курса «Мир природы и человека» авторами был составлен приведенный ниже ряд методических рекомендаций для педагогов специальных (коррекционных) общеобразовательных организаций.

1. Обеспечение реализации принципов непрерывности, преемственности и последовательности в формировании знаний и представлений о растительном мире у школьников с интеллектуальными нарушениями (в том числе поэтапность этой работы).

2. Ежегодная диагностика (мониторинг) состояния знаний и представлений о растительном мире обучающихся с интеллектуальными нарушениями с целью внесения своевременных корректировок в рабочие программы учителя и специалистов службы ППС.

3. Важным условием успешной работы с обучающимися с интеллектуальными нарушениями является реализация дифференцированного подхода и учет индивидуальных особенностей школьников на уроках «Мир природы и человека». Уже в процессе входного мониторинга учитель определяет стартовый уровень имеющихся у детей знаний и представлений об окружа-

ющем мире, особенности познавательной деятельности первоклассников (например, ведущий канал восприятия информации, темп работы, особенности высшей нервной деятельности и т.д.).

4. При проектировании рабочей программы и поурочного планирования по предмету «Мир природы и человека» необходимо осуществление отбора учителем учебного материала с опорой на учет возрастных и психолого-педагогических особенностей данной категории обучающихся с ОВЗ.

5. Комплексное и разумное применение словесных, наглядных и практических методов обучения, традиционных и современных средств обучения на уроках курса «Мир природы и человека» благотворно скажется как на вербальной, так и на невербальной репрезентации школьниками знаний и представлений, так как такой подход позволяет сформировать наиболее полные, четкие знания, показать на доступном детям уровне связи и отношения между объектами (объектами и явлениями) окружающего мира.

6. Простота, доступность и четкость формулировок определений изучаемых терминов позволит улучшить понимание, осмысление, запоминание программного материала, тем самым повысить уровень вербальной репрезентации освоенных знаний и представлений.

7. Преодоление трудностей образной репрезентации знаний и представлений школьниками с интеллектуальными нарушениями возможно через целенаправленное включение в структуру уроков таких заданий, как «Дорисуй», «Нарисуй», «Выполни аппликацию». Вместе с учителем дети могут участвовать в моделировании природных объектов, процессов, выполнении коллажей, коллективных аппликаций и т.д.

8. Одной из причин выявленных в ходе исследования трудностей вербальной репрезентации является низкий уровень овладения школьниками с интеллектуальными нарушениями природоведческой терминологией. В связи с этим необходимо указать, что важным условием успешной вербальной репрезентации является работа над формированием, расширением и уточнением словарного запаса. Словарная работа с обучающимися должна проводиться комплексно, последовательно и систематически.

9. Способность к успешной вербальной репрезентации зависит не только от объема словарного запаса школьников, но и от уровня развития у них устной речи. На первом году обучения учитель должен особое внимание уделять заданиям на вы-

полнение словесной инструкции, заданиям на называние объектов и их признаков, действий с ними, заданиям на составление элементарных характеристик объектов, на отгадывание загадок с опорой на умение целенаправленно выделять характеристики объектов, а также заданиям, где ребенок делится с одноклассниками своим опытом, впечатлениями [4; 5; 6, с. 108–116].

10. Успешного освоения знаний и представлений о растительном мире, а в дальнейшем их воспроизведения в продуктивных видах деятельности и/или в речи ребенка невозможно добиться без использования специально подобранной наглядности, в том числе и знаково-символической. Особое значение в современной системе преподавания занимают цифровые образовательные ресурсы (ЦОР). Грамотное применение ЦОР на уроках курса «Мир природы и человека» позволит учителю более образно и понятно предъявить сложный для восприятия программный материал (объекты, находящиеся вне поля наблюдения; скрытые от человеческого глаза процессы и явления; процессы и явления, протекающие длительное время и др.). Наглядные средства обучения обеспечивают овладение школьниками более полными и точными знаниями, осмысленными представлениями о растениях, условиях их произрастания, процессах, происходящих с объектами растительного мира и др. [7, с. 152–162; 8].

11. Репрезентация знаний и представлений напрямую зависит от качества их освоения обучающимися с нарушениями интеллекта. Одним из методов формирования представлений о мире растений является метод наблюдения. В первом классе дети должны быть включены в доступные для их понимания виды наблюдений. Учителю рекомендуется заранее продумать не только систему работы по организации самого наблюдения, но и то, как школьники смогут эффективно репрезентировать полученные в ходе наблюдения знания и представления, сделанные с помощью педагога выводы.

12. Для лучшего осмысления, освоения, репрезентации полученных школьниками с интеллектуальными нарушениями знаний и представлений педагогу рекомендуется на уроках курса «Мир природы и человека» организовывать и проводить практические работы [9]. Так, при формировании практических навыков по уходу за растениями в классе, на пришкольном участке первоклассники лучше понимают и запоминают условия, в которых нуждаются растения для жизни и роста. Практические работы создают благоприятные условия для обогащения чувственного опыта детей посред-

ством активного взаимодействия с объектами растительного мира («потрогай», «обведи», «пощупай», «соедини», «сравни на ощупь» и др.).

13. При выполнении диагностических заданий на сравнение объектов растительного мира многие школьники испытывали значительные трудности. Вместе с тем операция сравнения является важнейшим инструментом, необходимым для формирования четких представлений об изучаемых объектах. В связи с этим рекомендуется проводить целенаправленную работу по обучению детей сравнению объектов растительного мира. Школьники должны научиться выделять признаки различия и сходства растений, процессов, явлений и на основе результатов сравнения под руководством учителя делать доступные выводы.

14. Развитие у школьников устойчивого познавательного интереса к объектам, явлениям, процессам растительного мира как в урочное, так и во внеурочное время с помощью разнообразных методов и приемов работы, включение детей в интересную и доступную для них деятельность (элементы проектной деятельности, проведение элементарных опытов, чтение дополнительной литературы, просмотр видеоматериалов с последующим обсуждением и др.) [10].

15. Фундаментом успешной репрезентации знаний и представлений являются познавательные процессы (восприятие, внимание, память, мышление, речь, воображение). В связи с этим рекомендуется проводить целенаправленную работу по их развитию и коррекции имеющихся недостатков как на уроках учебного курса «Мир природы и человека», так и на занятиях со специалистами службы психолого-педагогического сопровождения (на материале предмета «Мир природы и человека») [11; 12; 13, с. 66–83].

16. Уже с первых шагов обучения учитель младших классов должен проводить работу по выстраиванию связей между дисциплинами учебного плана, без которых изучаемые сведения в сознании школьников с интеллектуальными нарушениями превратятся всего лишь в набор разрозненных фактов, знаний и представлений. При целенаправленной реализации межпредметных связей учитель создает благоприятную почву для эффективного расширения и систематизации знаний и представлений о живой природе, в частности о растительном мире. Межпредметные связи могут реализовываться в различных формах организации урочной и внеклассной деятельности: на различных видах уроков, экскурсиях,

в работе детских объединений (кружков), в ходе проведения тематических недель, праздников и т.п. [14].

17. Важно использование воспитательного потенциала всего курса «Мир природы и человека», в том числе потенциала тем, касающихся изучения растительного мира, сезонных изменений в природе. Правильно организованная воспитательная работа позволит учителю при изучении данных разделов начать работу по формированию у обучающихся чувства восхищения красотой и гармонией природы, эмоционально-ценностного отношения к объектам природы, природоохранной деятельности человека, личного опыта участия в социально значимых проектах, посвященных природосохранению [15; 16]. Эмоциональная включенность обучающихся, опора на жизненный опыт детей и их личные переживания окажут положительное влияние на освоение школьниками программного материала, помогут им в репрезентации знаний и представлений, освоенных в учебно-воспитательном процессе.

18. К формированию знаний и представлений о растительном мире должны быть подключены специалисты службы ППС и семья школьника (закрепление знаний, полученных в школе, чтение дополнительной литературы, прогулки в парке, в лесу и т.п., посещение музеев, уход за комнатными растениями, оказание доступной помощи в саду, огороде, в теплице и др.).

Заключение

Полученные в ходе исследования результаты позволили прийти к выводу о необходимости дальнейшего изучения проблемы формирования у обучающихся с интеллектуальными нарушениями способности к вербальной и образной репрезентации знаний и представлений природоведческой тематики, освоенных в урочной и внеурочной деятельности, и последующей разработки системы методических рекомендаций для педагогов, реализующих АООП для обучающихся с умственной отсталостью (интеллектуальными нарушениями).

Список литературы

1. Алабина Т.В., Шевырева Т.В. Особенности формирования представлений о растениях у дошкольников с интеллектуальными нарушениями // Наука и школа. 2021. № 5. С. 83–91. DOI: 10.31862/1819-463X-2021-5-83-91.
2. Алабина Т.В., Шевырева Т.В. Развитие представлений о растительном мире у дошкольников с нарушениями интеллекта // Наука и школа. 2019. № 5. С. 123–130. URL: <http://nauka-i-shkola.ru/sites/default/files/123130.pdf> (дата обращения: 17.02.2025). DOI: 10.31862/1819-463X-2019-5-123-130.
3. Синева В.Н., Стожок Л.С. Коррекционная работа на уроках географии и естествознания во вспомогательной

школе. Киев: Радянська школа, 1977. 86 с. [Электронный ресурс]. URL: https://pedlib.ru/Books/2/0344/2_0344-2.shtml (дата обращения: 16.02.2025).

4. Инденбаум Е.Л., Нодельман В.И., Позднякова И.О. Устная речь младших школьников: детерминанты индивидуальных различий и пути улучшения // Дефектология. 2015. № 1. С. 3–10. URL: http://www.schoolpress.ru/products/rubria/index.php? ID=69075&SECTION_ID=38 (дата обращения: 17.02.2025).

5. Мелешкина О.Н. Роль образных средств в развитии речи младших школьников: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Рязань, 2007. 21 с. [Электронный ресурс]. URL: https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_003065786/ (дата обращения: 18.02.2025).

6. Шишкова М.И. Система обучения грамоте школьников с интеллектуальными нарушениями // Современные коррекционно-развивающие технологии в системе начального общего образования обучающихся с особыми образовательными потребностями: монография. М.: Издательство «МПППУ», 2024. 186 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://psyjournals.ru/nonserialpublications/mcdtspgessen2024/mcdtspgessen2024.pdf> (дата обращения: 16.02.2025).

7. Стребелева Е.А., Закрепина А.В., Мишина Г.А., Бутусова Т.Ю. Специальная дидактика цифрового образования обучающихся с ограниченными возможностями здоровья: монография. М.: ИНФРА-М, 2023. 183 с. DOI: 10.12737/1971849.

8. Подвальная Е.В. Мультимедийные презентации как средство повышения эффективности процесса обучения географии в специальных (коррекционных) школах VIII вида: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Москва, 2010. 23 с. [Электронный ресурс]. URL: https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_004613887/ (дата обращения: 16.02.2025).

9. Маркова Т.В. Формирование естественнонаучной компетентности учащихся младших классов специальной (коррекционной) школы VIII вида: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Москва, 2015. 22 с. [Электронный ресурс]. URL: https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_005558352/ (дата обращения: 16.02.2025).

10. Косымова А.Н. Изучение и коррекция представлений об окружающем мире у младших школьников с нару-

шениями интеллектуального развития: автореф. дис. ... канд. психол. наук. Москва, 2006. 25 с. [Электронный ресурс]. URL: https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_003283804/ (дата обращения: 16.02.2025).

11. Афанасьев А.А., Данилова А.М., Кузьменко В.В., Подвальная Е.В. Особенности знаний и представлений о своем городе обучающихся с задержкой психического развития // Современные наукоемкие технологии. 2024. № 4. С. 126–132. DOI: 10.17513/snt.39982.

12. Закрепина А.В., Стребелева Е.А. Теоретико-методические ориентиры разработки содержания коррекционно-развивающих занятий с обучающимися с умственной отсталостью I–IV классов (АООП вариант 9.1) // Специальное образование. 2023. № 2. С. 16–34. URL: <https://specobr.ru/archive/2023/2/teoretiko-metodicheskie-orientiry-dlya-razrabotki-soderzhaniya-korreksionno-razvi-vayushchikh-zanyatij-s-obuchayushchimisya-s-umstvennoj-otstalostyu-i-iv-klassov-aop-variant-9-1> (дата обращения: 16.02.2025).

13. Стребелева Е.А. Формирование мышления у детей с отклонениями в развитии. Книга для педагога-дефектолога. М.: Издательство ВЛАДОС, 2017. 180 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://znanium.ru/read?id=345404> (дата обращения: 16.02.2025).

14. Данилова А.М., Шишкова М.И. Возможности интегрирования различных дисциплин в процессе обучения школьников с умственной отсталостью (интеллектуальными нарушениями) // Современные наукоемкие технологии. 2021. № 1. С. 87–95. DOI: 10.17513/snt.38476.

15. Кудашова Т.В. Культурно-эстетическое развитие младших школьников в условиях внеурочной деятельности экологического содержания: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Ульяновск, 2021. 26 с. [Электронный ресурс]. URL: https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_010933356/ (дата обращения: 18.02.2025).

16. Гребенникова И.А. Система работы по формированию основ экологической культуры у умственно отсталых учащихся младших классов: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Москва, 2010. 23 с. [Электронный ресурс]. URL: https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_004610401/ (дата обращения: 18.02.2025).

УДК 37.012:378.1
DOI 10.17513/snt.40330

ВОРКШОП КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ ФОРМАТ ДЛЯ РАЗВИТИЯ МЯГКИХ НАВЫКОВ У СТУДЕНТОВ ВУЗОВ

Емельянова Э.Л.

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

Вследствие невысокого уровня развития мягких навыков представители поколения Z все больше приобретают репутацию сотрудников, с которыми сложно работать в команде. Статья посвящена проблеме развития наиболее востребованных на рынке труда мягких навыков у студентов вузов в процессе обучения иностранному языку. Цели данного исследования – теоретический анализ, описание и экспериментальное обоснование эффективности интеграции метода опережающей обратной связи «feed forward» в формат воркшопа для формирования ключевых мягких навыков у студентов неязыковых вузов. В фокусе исследования лежит формирование презентационных, коммуникативных навыков, навыков взаимодействия, а также грамотности опережающей обратной связи в процессе работы с профессиональными текстами в формате воркшопа. Для оценки динамики развития навыков применялось анкетирование до и после эксперимента с использованием шкалы Лайкерта. Статистический анализ данных проводили с помощью парного t-критерия Вилкоксона. Анализ результатов продемонстрировал значительное улучшение по всем четырем категориям мягких навыков. Особенно выраженный прогресс наблюдался в навыках презентации, где 85% студентов показали значительное улучшение. Данное исследование предлагает преподавателям иностранных языков рассмотреть возможность внедрения формата воркшопа с имплементацией опережающей обратной связи в образовательный процесс.

Ключевые слова: мягкие навыки, гибкие навыки, воркшоп, опережающая обратная связь, преподавание иностранных языков

WORKSHOP AS AN EFFECTIVE FORMAT FOR DEVELOPING SOFT SKILLS IN UNIVERSITY STUDENTS

Emelyanova E.L.

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

Due to the low level of soft skills development, representatives of generation Z are increasingly gaining the reputation of employees with whom it is difficult to work together. The article is devoted to the problem of developing the soft skills most in demand in the labor market among university students in the process of teaching a foreign language. The aim of this study is to theoretically justify, describe and experimentally validate the effectiveness of integrating feed forward technology into a workshop format for the formation of key soft skills in non-language university students. The focus of the study is the formation of presentation skills, communication skills, interaction skills, and feed forward literacy in the process of working with professional texts in a workshop format. To assess the dynamics of skills development, a questionnaire before and after the experiment using a Likert scale was used. Statistical analysis of the data was carried out using Wilcoxon paired t-criterion. Analysis of the results demonstrated significant improvement in all four categories of soft skills. Progress was particularly pronounced in presentation skills, where 85% of students showed significant improvement. This study suggests that foreign language teachers should consider implementing a workshop format with feed forward implementation in the educational process as an effective tool for developing the soft skills sought.

Keywords: soft skills, flexible skills, workshop, feed forward, teaching foreign languages

Введение

На современном конкурентном рынке труда одних жестких навыков (hard skills) недостаточно для успеха в карьере. Только треть выпускников расценивают свой дебют в профессиональной сфере как успешный. Стоит отметить, что недавние студенты заявляют о дефиците мягких/гибких навыков (soft skills), бакалавры отмечают нехватку навыка ведения переговоров (54%), навыка постановки личных целей (51%); магистры сообщают о недостатке юридической грамотности (71%), навыка презентации своего проекта (65%) и адаптации к работе в ко-

манде (61%) [1]. Данные вышеприведенных исследований подчеркивают значимость развития таких soft skills, как коммуникативные навыки, навыки взаимодействия, включая навык работы с обратной связью, а также навыки презентации.

Цель данного исследования состоит в том, чтобы теоретически обосновать интеграцию метода опережающей обратной связи в архитектуру воркшопа для целенаправленного развития мягких навыков (презентационных, коммуникативных, навыков взаимодействия, грамотности опережающей обратной связи) у студентов неязы-

ковых вузов на занятиях по иностранному языку, описать реализацию всех этапов воркшопа, а также экспериментально подтвердить его эффективность в подготовке студентов к успешной деятельности в профессиональной среде.

Материалы и методы исследования

Для формирования этих навыков на высоком уровне требуются инновационные педагогические стратегии, инструменты и подходы, которые ставят во главу угла активное участие студентов и рефлексию [2]. Обучение мягким навыкам на занятиях по иностранному языку может значительно улучшить карьерные перспективы выпускников [3, 4]. В свою очередь, мягкие навыки необходимы для успешного изучения языка, поскольку они улучшают способность студентов эффективно общаться, взаимодействовать и адаптироваться к культурной среде [5]. Для интенсификации формирования мягких навыков используются разнообразные форматы, методы, модели, стратегии, подходы [6, 7]. В целях полноценной реализации развития мягких навыков в практику языкового образования необходима разработка методического инструментария, способного обеспечить систематическое и эффективное формирование этих навыков. Автор предлагает исследовать и адаптировать формат воркшопа с имплементацией метода опережающей обратной связи.

В контексте современного образовательного процесса, ориентированного на развитие не только предметных знаний, но и мягких навыков, воркшоп как педагогический формат заслуживает пристального внимания. Формат воркшопа представляет собой структуру, основанную на интенсивном групповом взаимодействии и комплексном применении практических и активных методов обучения. Его ключевой характеристикой является направленность на максимальное вовлечение участников в продуктивную, учебно-познавательную деятельность. Эта деятельность охватывает широкий спектр действий, включая активный поиск, систематизированный анализ и эффективный обмен информацией, разработку инновационных идей, аргументированные дискуссии, практическое экспериментирование и репрезентацию результатов, достигнутых в ходе продуктивной работы [8].

Эффективность данного формата обусловлена его базированием на ряде фундаментальных теорий обучения. Во-первых, данный формат органично вписывается в конструктивистскую парадигму обучения, которая постулирует активную роль

обучающегося в процессе приобретения знаний. Согласно конструктивизму, знание не является пассивно получаемой информацией, а активно конструируется обучающимся в процессе взаимодействия с окружающей средой и на основе собственного опыта [9]. Во-вторых, воркшоп эффективно реализует принципы социального обучения. Взаимодействие с коллегами, обладающими схожим уровнем понимания, создает безопасную и поддерживающую среду, в которой обучающиеся чувствуют себя комфортно, выражая свои идеи и принимая на себя ответственность за процесс обучения. В-третьих, воркшоп, построенный на принципах коллаборации, целенаправленно развивает ключевые мягкие навыки в процессе совместного решения задач, аргументации своей позиции, учета альтернативных точек зрения и достижения консенсуса. Интеграция метода опережающей обратной связи в формат воркшопа позволяет улучшить качество образовательного процесса и содействовать развитию мягких навыков. Термин опережающей обратной связи (на английском – *feed forward*) заимствован из кибернетики, где он описывает системы, которые прогнозируют будущие изменения и реагируют на них. В отличие от обратной связи, которая фокусируется на прошлых результатах, опережающая обратная связь нацелена на то, чтобы вооружить обучающихся инструментами и стратегиями, необходимыми для достижения успеха в будущих начинаниях [10]. Метод опережающей обратной связи применяется в различных образовательных контекстах и на разных уровнях обучения. В научных педагогических исследованиях выделяются разные варианты применения опережающей обратной связи, среди которых – предъявление высококачественных образцов студенческих работ, разработка четких критериев оценивания, интеграция формативного оценивания на этапе консультаций по предварительным версиям работ, поощрение саморефлексии и взаимооценивания, обеспечение своевременной и практически применимой обратной связи [11]. Следует отметить, что механизмы опережающей обратной связи побуждают студентов брать на себя ответственность за свое обучение и формулировать цели, дают четкое понимание образовательных потребностей студентов, облегчают их адаптацию, позволяя распознавать вероятные результаты действий [12, 13]. Благодаря механизмам опережающей обратной связи преподаватели предоставляют мгновенные замечания или разъяснения к черновикам про-

ектов и презентациям, которые актуальны для последующих работ, и это позволяет студентам непрерывно совершенствовать свою результативность [14, 15].

В данной работе опережающая обратная связь рассматривается как метод проактивного планирования совместных исследований и предоставления обучающимся конструктивных, ориентированных на будущее рекомендаций, которые позволяют им достичь высоких результатов при выполнении заданий. Следует отметить потенциал опережающей обратной связи как метода структурирования и руководства совместными исследовательскими инициативами студентов, что предполагает его более широкую применимость, расширяя сферу его действия до совместного конструирования знаний. Интеграция опережающей обратной связи в формат воркшопа усиливает конструктивистский подход, оптимизирует социальное обучение, создает насыщенную образовательную среду, в которой студенты учатся не только на основе личного опыта, но и посредством осмысления опыта и идей сверстников. Процесс предоставления опережающей обратной связи подразумевает активное слушание и понимание чужой точки зрения, что способствует развитию коммуникативных навыков и навыков взаимодействия.

В рамках данного педагогического исследования был имплементирован новый подход к организации учебного процесса на занятиях по английскому языку для студентов бакалавриата, направление «Экономика». Исследование проводилось в период с сентября по декабрь 2024 года (4 академических часа в неделю). В исследовании приняли участие 26 студентов. Содержание курса охватывало ряд экономических тем, релевантных будущей профессиональной деятельности студентов, включая: Economic Activity, Resources & Scarcity, Producers and consumers, Money management, Business Fundamentals, Opportunity Costs and Tradeoffs, Career planning decisions: Opportunity costs and Tradeoffs, The Value of College Education, Employment: Application for a Job, Utility and Prices, Pricing Policies in Different Cultures, Advertising and Marketing Techniques, Income and Employment, Transfer Payments.

Далее представлены структура и этапы воркшопа с интеграцией метода опережающей обратной связи. Каждый воркшоп структурирован как ряд последовательных и взаимосвязанных этапов, которые были направлены на достижение специфических педагогических целей в рамках общей стратегии интеграции метода опережающей обратной

связи в архитектуру воркшопа. Подготовительная фаза ориентирована на создание фундамента для эффективного группового взаимодействия и включает в себя четкое определение целей и задач воркшопа. Задачи формулировались в соответствии с общими целями исследования и были сфокусированы на развитии ключевых мягких навыков, таких как навыки презентации, коммуникации, взаимодействия, а также повышении уровня грамотности опережающей обратной связи.

Подготовительный этап также включал формирование рабочих групп с целью максимизации вовлеченности каждого участника. Размер групп варьировал от 3 до 4 человек. В ходе экспериментальной работы были апробированы различные стратегии комплектования групп. Сначала применялся принцип группировки по предпочтениям студентов, что способствовало созданию комфортной среды для взаимодействия. В дальнейшем для целенаправленного развития навыков адаптации и сотрудничества в различных условиях использовался принцип рандомизации, при котором студенты распределялись по группам случайным образом.

Перед началом этапа включения метода опережающей обратной связи студенты получали от преподавателя точные и однозначные инструкции, представленные как в устной, так и в письменной форме, для обеспечения общего понимания цели и алгоритма действий. Внутри групп студенты приступали к фокусированной дискуссии, основанной на содержании предварительно изученной статьи. Цели дискуссии – критическое осмысление материала и выявление тем для дальнейшего углубленного изучения в рамках воркшопа. В качестве направляющих вопросов для дискуссии студентам предлагалось обсудить: наиболее релевантные и значимые аспекты статьи, с аргументацией причин, обусловивших их интерес и внимание; фрагменты текста, представляющие когнитивную сложность или неоднозначность интерпретации, с точной идентификацией вызвавших затруднения элементов. На основе групповой дискуссии выбиралась одна ключевая проблема (для каждой мини-группы своя). Критерий выбора – релевантность содержанию статьи и потенциал для продуктивной групповой работы. Затем следовал этап определения формата представления результатов, где группы коллективно определяли конкретную форму репрезентации результатов. С целью стимулирования вариативности подходов и обеспечения структурированного выбора студентам предлагался каталог

возможных форматов, включая экспертную дискуссию, презентацию, ролевую игру. Открытый формат не исключался, что давало студентам возможность инициировать собственные форматы. Далее в соответствии с принципами метода опережающей обратной связи группы переходили к этапу, когда студенты генерировали конкретные предложения по углубленному исследованию выбранной темы. План обычно включал распределение ролей внутри группы, определение необходимых ресурсов, структурную схему и тайминг. Ключевым аспектом этапа являлся трансформационный переход от констатации проблемы к активному поиску путей ее решения и стратегическому планированию конкретных шагов, что составляет сущность метода опережающей обратной связи.

Этап предъявления результатов сфокусирован на публичных представлениях результатов групповой работы, что способствует развитию навыков презентации, коммуникации и взаимодействия. Каждой группе выделялось регламентированное время для представления выбранного формата результата. Представление результатов осуществлялось на английском языке, что обеспечивало практическое применение языковых навыков в аутентичном коммуникативном контексте. Во время презентаций отдельных групп остальные студенты выступали в роли активной аудитории, поскольку перед ними была поставлена задача подготовиться к предоставлению конструктивной обратной связи на последующем этапе. Данная активная роль аудитории усиливала динамику совместного обучения и содействовала развитию искомых навыков. Функция преподавателя на этом этапе заключалась, главным образом, в фасилитации и наблюдении.

Финальный этап был сфокусирован на методе опережающей обратной связи для пролонгирования обучения. После презентации результатов проводилась структурированная сессия опережающей обратной связи, фасилитируемая преподавателем. Данная сессия была эксплицитно спозиционирована как упражнение в конструктивной коммуникации и взаимодействии. Студентам предлагалось активно слушать и взаимодействовать с полученной обратной связью, что укрепляло эффективную межличностную коммуникацию. Каждый воркшоп завершался краткой индивидуальной рефлексией. Студентам предлагалось осмыслить использование метода опережающей обратной связи, что стимулировало метакогнитивную активность студентов, направленную на анализ мето-

да, идентификацию практически значимых идей и интеграцию данных идей в траекторию дальнейшего развития навыков. Целенаправленное внедрение метода опережающей обратной связи позволило создать целостный и педагогически обоснованный учебный опыт, в центре которого находились равноправное взаимодействие и проактивное развитие мягких навыков.

Чтобы оценить эффективность внедрения формата воркшопа с использованием опережающей обратной связи в отношении презентационных, коммуникативных навыков, навыков взаимодействия и грамотности опережающей обратной связи у студентов, мы провели анкетирование до и после проведения эксперимента. Анкета, составленная автором, состояла из четырех разделов, каждый из которых был направлен на один из навыков и включал четыре утверждения, с возможностью оценки по пятибалльной шкале Лайкерта (от 1 = Strongly Disagree до 5 = Strongly Agree).

Раздел 1: Communication Skills: I feel confident expressing my ideas clearly in group discussions; I am good at actively listening to and understanding the perspectives of others during group work; I can effectively participate in discussions, even when there are differing opinions; I am able to ask clarifying questions to ensure I understand what others are saying. *Раздел 2: Collaborative Skills:* I am comfortable working with my peers in group activities to achieve a common goal; I believe I contribute effectively to group tasks and discussions; I respect and value the diverse perspectives of my group members; I am willing to share responsibilities and support my group members during collaborative projects. *Раздел 3: Presentation Skills:* I feel confident presenting information in English to my peers; I can structure my presentations in a clear and logical way; I am able to use appropriate language and delivery techniques when presenting; I can effectively convey my message to an audience during a presentation. *Раздел 4: Feed-Forward Literacy:* I understand the concept of «feed-forward» and its purpose in learning; I am able to provide constructive and future-oriented feedback to my peers; I am open to receiving and utilizing feed-forward from my peers to improve my skills; I believe that feed-forward is a valuable tool for my learning and development.

Статистический анализ эффективности внедрения воркшопов проводился с использованием критерия Вилкоксона для парных выборок с целью оценки изменений относительно исходного уровня, при этом порог значимости был установлен на уровне $p < 0,05$. Результаты представлены в виде

процентов количества студентов, продемонстрировавших заметное улучшение, при этом 100% прогресса в какой-либо отдельно взятой области не подразумевается.

Результаты исследования и их обсуждение

На основании результатов исследования до проведения воркшопов значительная доля студентов, а в ряде случаев – и подавляющее большинство, не выражали явной уверенности в высоком уровне развития искомых навыков. А именно, по коммуникативным навыкам в среднем 53,9% студентов в ответах на вопросы (перечислены выше) выбрали варианты «Категорически не согласен», «Не согласен» или «Нейтрально». Процент студентов, отметивших необходимость «улучшения» навыков взаимодействия, составляет 51%. Процентный анализ ярко подчеркивает осознаваемую потребность в улучшении навыков презентации. В среднем 77,9% студентов отметили недостаточность уровня владения навыками презентации. Наиболее высокие проценты, указывающие на «необходимость улучшения», зафиксированы по грамотности опережающей обратной связи и составляют в среднем 78,9%. Представленная процентная разбивка позволяет получить убедительную картину самостоятельно выявленных пробелов в навыках студентов. В дальнейшем анализ изменения этих процентных показателей от предварительного тестирования к итоговому стал действенным способом демонстрации эффективности воркшопа в удовлетворении этих четко выявленных потребностей студентов. По итогам проведения воркшопов 85% студентов (22 из 26) продемонстрировали высокий уровень владения навыками структурирования и проведения презентаций. Статистический анализ подтвердил высокозначимое улучшение навыков презентации ($Z = -4.20$, $p < 0,0001$), отражающее выраженное позитивное влияние воркшопа на способность студентов организовывать содержание, вовлекать аудиторию и эффективно использовать визуальные средства. Величина эффекта была рассчитана как $r \approx 0,82$, что свидетельствует о большом масштабе изменений. Оценка коммуникативных навыков выявила, что 87% студентов (23 из 26) продемонстрировали заметное улучшение в формулировании идей, активном слушании и эффективном участии в дискуссиях. Критерий Вилкоксона для парных выборок подтвердил данные выводы, зафиксировав статистически значимое улучшение ($Z = -3,85$, $p < 0,0001$,

величина эффекта $r \approx 0,76$). В области развития грамотности опережающей обратной связи 85% студентов продемонстрировали усиление понимания и способности применять данные стратегии в процессе взаимодействия с коллегами. Изменение в данной области было статистически значимым ($Z = -3,95$ ($p < 0,0001$), величина эффекта $r \approx 0,78$), что указывает на существенный позитивный сдвиг относительно низкого исходного уровня. 80% студентов (21 из 26) сообщили о заметном улучшении навыков сотрудничества, включая эффективную командную работу, разрешение конфликтов и справедливое распределение нагрузки. Несмотря на то что прогресс в навыках сотрудничества также был статистически значимым ($Z = -2,75$ ($p = 0,006$), величина эффекта $r \approx 0,54$), масштаб улучшений оказался несколько менее выраженным по сравнению с другими областями.

Заключение

Трансформация занятий по иностранным языкам посредством включения инструментов развития мягких навыков является важной эволюцией в образовательной практике. Воркшоп с интеграцией метода опережающей обратной связи представляет собой педагогически обоснованный и практически ценный формат, который способствует не только усвоению предметных знаний, но и активному развитию мягких навыков у студентов. Результатами проведенного исследования подтверждено, что преподавателям иностранных языков может быть рекомендовано использование воркшопа в качестве эффективного формата для развития мягких навыков.

Список литературы

1. Чего не хватает молодым специалистам в начале карьеры? Социологическое исследование [Электронный ресурс]. URL: <https://www.skolkovo.ru/researches/chego-nhvatayet-molodym-specialistam-v-nachale-karery> (дата обращения: 08.02.2025).
2. Pashkova I. Classroom Techniques for Soft Skills Development of International Business Students. *Naučnye Issledovaniã i Razrabotki. Sovremennãã Kommunikativistika*. 2024. Vol. 13. Is. 3. P. 36–42. DOI: 10.12737/2587-9103-2024-13-3-36-42.
3. Warman L.A.D., Hadriana H., Sumarno S. Enhancing Employability: A Systematic Literature Review on the Significance of English for Occupational Purposes in Higher Education. *Al-Ishlah*. 2024. Vol. 16. Is. 3. P. 2892–2907. DOI: 10.35445/alishlah.v16i3.4748.
4. Kaldarova A.K., Vasquez M.A., Zhanabayeva S.B. Enhancing soft skills in teaching English: a study utilizing padlet application among students // *Известия КазУМОиМЯ имени Абылай хана*. Серия «Педагогические науки». 2024. № 74 (3). DOI: 10.48371/PEDS.2024.74.3.018.
5. Serik A.B., Kassymova G.K., Kosbay S.D., Kalymoldaeva, A.K., Dzhambulova, Z. Relationship between soft skills and language learning // *Muallim Journal of Social Sciences and Humanities*. 2024. Vol. 8, Is. 3. P. 39–50. DOI: 10.33306/mjssh/284.

6. Ильина Н.О. Обучение Soft Skills на занятиях по русскому языку с иностранными студентами экономических специальностей // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Психолого-педагогические науки. 2024. Т. 21, № 2. С. 5–18. DOI: 10.17673/vsgtu-pps.2024.2.1.
7. Shchekhlova A.O. Formation of HEIs students' soft skills using distance learning platforms in foreign language teaching. *Engineering and Educational Technologies*. 2021. Vol. 9, Is. 1. P. 28–39. DOI: 10.30929/2307-9770.2021.09.01.03.
8. Милованова Л.А., Стерхова Н.С., Разливинских И.Н. Архитектура и технология воркшопа для студентов педагогического вуза // Мир науки. Педагогика и психология. 2024. Т. 12, № 1. URL: <https://mir-nauki.com/PDF/28PDMN124.pdf> (дата обращения: 05.02.2025).
9. Жапарова Р.С. Теория конструктивизма в современном образовании // Обучение и воспитание: методики и практика. 2014. № 17. С. 15–20.
10. Logan R.K., Feedforward I.A. Richards, cybernetics and Marshall McLuhan // *Systema: Connecting Catter, Life, Culture and Technology*. 2015. Vol. 3. Is. 1. P. 177–185. URL: https://openresearch.ocadu.ca/id/eprint/650/1/Logan_Systema_2015.pdf (дата обращения: 11.02.2025).
11. Sadler I., Reimann N., Sambell K. Feedforward practices: a systematic review of the literature // *Assessment & Evaluation in Higher Education*. 2022. Vol. 48, Is. 3. P. 305–320. DOI: 10.1080/02602938.2022.2073434.
12. Botezatu V. Feedback in formative assessment: strategies to optimize student learning. *Revista de Pedagogie // Journal of Pedagogy*. 2023. Is. 2. P. 175–194. DOI: 10.26755/RevPed/2023.2/175.
13. Berenato C.L. Feedback to “Feedforward”: Promoting student reflection and learning through teacher evaluation // *Technology-Enhanced Formative Assessment Practices in Higher Education*. 2020. P. 88–99. DOI: 10.4018/978-1-7998-0426-0.ch005.
14. Bodnenko D.M., Kuchakovska H.A., Lokaziuk O.V., Proshkin V.V., Lytvynova S.H., Naboka, O. Using the Yammer cloud service to organize project-based learning methods. *CEUR Workshop Proceedings*. 2022 [Электронный ресурс]. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-3085/paper25.pdf> (дата обращения: 23.01.2025).
15. Rizzuto J., Balodimou E. Understanding feedback and feed-forward: insights drawn from project-based learning // *Festival of Learning and Teaching*. 3 July 2019. Ealing, London. [Электронный ресурс]. URL: <https://repository.uwl.ac.uk/id/eprint/6408> (дата обращения: 25.01.2025).

УДК 378.141.4
DOI 10.17513/snt.40331

ОБНОВЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ПЕРЕХОДА К СТАНДАРТАМ ЧЕТВЕРТОГО ПОКОЛЕНИЯ

Красина И.В., Парсанов А.С., Антонова М.В., Ибатуллина А.Р.

*ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»,
Казань, e-mail: irina_krasina@mail.ru, parsanov1982@yandex.ru,
AntonovaMV@corp.knrtu.ru, IbatullinaAR@corp.knrtu.ru*

Обоснована актуальность подготовки конкурентоспособных кадров, готовых по результатам обучения к решению задач конкретной отрасли, что требует трансформации российской системы образования и обеспечения гибкости содержания подготовки в вузах с учетом запросов работодателей. Цель исследования – выявление особенностей обновления содержания образования при переходе к стандартам четвертого поколения. Материалы исследования – утвержденные образовательные стандарты за период с 1992 по 2025 год по данным официального сайта fgosvo.ru, публикации по данным elibrary.ru. Представлены этапы эволюции образовательных стандартов; охарактеризованы перспективы внедрения стандарта четвертого поколения; выявлены особенности обновления содержания подготовки по направлению «Технологии и проектирование текстильных изделий». Отражена трансформация от жестких рамок стандартов 1992-2010 гг. в части изучаемых дисциплин и часов обучения к вариативности содержания подготовки и набору развиваемых компетенций в стандартах третьего и четвертого поколений. Установлено изменение содержания универсальных компетенций, введение регламентируемого набора базовых и сокращение числа общепрофессиональных компетенций в рамках стандарта четвертого поколения, что позволяет вузам формировать программы подготовки с учетом требований профильных производств, учитывать задачи опережающей подготовки и персонализированного обучения с применением сетевых взаимодействий и цифровых ресурсов.

Ключевые слова: высшее образование, компетенция, образовательный стандарт, подготовка кадров, сетевая форма, требования рынка, эволюция

UPDATING THE CONTENT OF HIGHER EDUCATION IN THE CONDITIONS OF THE TRANSITION TO FOURTH GENERATION STANDARDS

Krasina I.V., Parsanov A.S., Antonova M.V., Ibatullina A.R.

*Kazan National Research Technological University, Kazan, e-mail: irina_krasina@mail.ru,
parsanov1982@yandex.ru, AntonovaMV@corp.knrtu.ru, IbatullinaAR@corp.knrtu.ru*

The article substantiates the relevance of training competitive personnel who, based on the results of their training, are ready to solve problems in a specific industry, which requires the transformation of the Russian education system and ensuring flexibility in the content of training in universities, taking into account the needs of employers. The purpose of the study is to identify the features of the transformation of the content of education during the transition to the fourth generation standards. The study materials are the approved educational standards for the period 1992-2025 according to the official website fgosvo.ru, publications according to elibrary.ru. The stages of the evolution of educational standards are presented; the prospects for the implementation of the fourth generation standard are characterized; the features of updating the content of training in the direction of “Technology and design of textile products” are identified. The transformation from the rigid framework of the 1992-2010 standards in terms of the studied disciplines and hours of study to the variability of the content of training and a set of developed competencies in the standards of the third and fourth generations is reflected. A change in the content of universal competencies, the introduction of a regulated set of basic competencies and a reduction in the number of general professional competencies within the framework of the fourth generation standard have been established, which allows universities to form training programs taking into account the requirements of specialized industries, taking into account the tasks of advanced training and personalized learning using network interactions and digital resources.

Keywords: higher education, competence, educational standard, personnel training, network form, market demands, evolution

Введение

В настоящий период динамичных преобразований в социально-экономической среде России актуализируется задача подготовки конкурентоспособных сотрудников, готовых по результатам обучения к решению перспективных задач конкретной отрасли, что требует трансформации российской си-

стемы образования и обеспечения гибкости содержания подготовки в вузах с учетом запросов работодателей. Подготовка кадров в рамках Болонской системы, направленной на достижение академической мобильности и единого европейско-российского образовательного пространства, не доказала своей эффективности в части подготовки

инженерных кадров в рамках бакалавриата [1], способных решать проблемы импортозамещения и развития внутренних производств. Постоянное обновление поколений государственных образовательных стандартов (ГОС), затем федеральных ГОС (ФГОС) обострило проблему бюрократизации образовательной деятельности и снижения инновационного потенциала педагогов, но не сняло вопросы формирования набора компетенций выпускника под потребности рынка и обеспечения профессиональной специализации в балансе междисциплинарности и индивидуализации подготовки [2].

Однако, несмотря на выход России из Болонского процесса, нецелесообразны радикальные перестройки содержания образования и отказ от компетентностной модели подготовки кадров. Кроме того, дальнейшая трансформация вузовского образования должна опираться на достижения советской образовательной системы, имевшей жёсткое ядро из фундаментальных образовательных дисциплин, изучаемых студентами, и профильных предметов на старших курсах в зависимости от специализации [3]. Соответственно, в перспективе необходима гибкая трансформация содержания подготовки, адаптивность объёмов, сроков и качества образования, реагирующих на изменяющуюся внешнюю среду. Проблемными остаются вопросы обновления содержания образования в части структуры, условий реализации, результатов подготовки (формируемых компетенций) при переходе вузов на ФГОС четвертого поколения (ФГОС 4), призванного учитывать отраслевую принадлежность конкретной программы и обеспечивать сочетание фундаментального ядра высшего образования с практико-ориентированным и персонализированным обучением.

Целью исследования является выявление особенностей трансформации содержания образования при переходе к ФГОС 4. Задачи: представить этапы эволюции образовательных стандартов; охарактеризовать перспективы внедрения ФГОС 4; выявить особенности обновления содержания подготовки по направлению «Технологии и проектирование текстильных изделий».

Материалы и методы исследования

Материалами исследования служили утвержденные стандарты ГОС и ФГОС и проект ФГОС 4 высшего образования по данному официальному сайту fgosvo.ru, а также публикации ВАК и Scopus по данным elibrary.ru. Изменение содержания программы подготовки, условий реализации и результатов (развиваемых компетенций) при переходе от стандарта третьего поколе-

ния к ФГОС 4 для направления подготовки «Технологии и проектирование текстильных изделий» оценивалось по критериям изменения требований стандарта к направлению или специальности. Оценивалось изменение числа и содержания развиваемых универсальных, базовых, общепрофессиональных, профессиональных компетенций; анализировались требования к электронно-дистанционному обучению.

Методами исследования служили: поисково-аналитический; ретроспективный метод выявления генезиса и эволюции стандартов; метод систематизации нормативных и научных данных; сравнительный метод при изучении стандартов различных поколений; метод восхождения от абстрактного к конкретному при переходе от характеристик ФГОС 4 к примеру его содержания для конкретного направления подготовки.

Результаты исследования и их обсуждение

Эволюция образовательных стандартов

Можно выделить следующие этапы эволюции стандартов вузовской подготовки [4; 5].

Этап 1 (1992-1994 гг.) связан с ведением закона «Об образовании» и специальной статьи в нем, посвящённой ГОС, который регламентировал минимальный уровень содержания обучения, объём учебной нагрузки, требования к результатам подготовки студентов, а содержание дисциплин отображалось в наборе типовых рабочих программ.

Этап 2 (1994-1999 гг.) характеризуется изменением ГОС и представлением в стандарте требований к результатам подготовки кадров не только в рекомендуемом минимуме объема и содержания, но и на определенном уровне. В этом периоде содержание стандарта включает условия реализации программы обучения с введением более подробного квалификационного описания выпускника.

Этап 3 (2000-2004, 2005-2010 гг.) соответствует введению ГОС первого и второго поколения на базе ФЗ «О высшем и послевузовском образовании», где в дополнение к содержанию предшествующего стандарта прописаны условия подготовки студентов и требования к её кадровому, методическому, материальному обеспечению. Изменения обусловлены в том числе присоединением России к Болонской системе в 2003 г. и введением бакалавриата и магистратуры. ГОС нацелен на реализацию знаний, а не компетентностной модели подготовки, т.е. на формирование знаний, умений и навыков обучающихся.

Этап 4 (2011-2014 гг.) обусловлен разработкой ФГОС третьего поколения (ФГОС 3),

регламентирующих требования к основным образовательным программам (ООП) по направлению подготовки. Стандарт допускает расширение вузом стандартизируемых вариантов профессиональной деятельности выпускника, которые во ФГОС 3 не являются жёстко определёнными и могут дополняться как учебным заведением, так и другими участниками образовательного процесса, например потенциальными работодателями.

Во ФГОС 3 вводятся требования к оценке качества освоения ООП, а трудоёмкость обучения оценивается не только в количестве недель и объеме часов, как в ГОС, но и в зачётных единицах. Преобразуются условия формирования комплекса знаний, умений, навыков, указанных в ГОС, для присоединения к набору компетенций ФГОС 3. Жесткие рамки регионального и федерального компонента подготовки в ГОС преобразуются в вариант более свободного планирования вузами содержания ООП по ФГОС 3. Также в стандарте третьего поколения подчеркивается возможность подстраивать подготовку студента под требования работодателя и вводить научно-исследовательскую компоненту в ООП, что позволяет выпускать более конкурентоспособные кадры [6].

Этап 5 (2015-2018 гг.) характеризуется введением ФГОС 3+ с усовершенствованной структурой общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций (ОК, ОПК, ПК) в зависимости от направления подготовки, из которых ПК могут дополняться вузом. В отличие от предшественника, где прописаны профессиональный, социально-экономический, математический блоки обучения, во ФГОС 3+ происходит их дополнительное разделение на базовую и вариативные части, формируются блоки дисциплин, различных видов практик, аттестации и пр.

Этап 6 (2019-2025 гг.) обусловлен действием ФГОС 3++. По мере эволюции поколений ФГОС в них предусматривается все большая доля свободы ответственных за направление подготовки в вузах при формировании структуры и содержания образовательных программ. В частности, внедрение ФГОС 3++ потребовало развития универсальных компетенций (УК) обучающихся, формирование которых допускает подготовку студентов не только в рамках учебного заведения, но и при взаимодействии вузов с организациями-партнерами в сетевой форме [7].

Особенности содержания подготовки по ФГОС 4

Введение ФГОС 4 в систему вузовской подготовки кадров предусмотрено с 1 сентя-

бря 2025 г. При исследовании проекта ФГОС 4 по инженерным направлениям подготовки, разработанным с учетом комплекса поручений Президента РФ по обновлению образования, выявлено, что в новых стандартах повышается роль ведущих региональных вузов в персонализации траекторий обучения студентов под задачи профильных производств с учетом приоритетных направлений научно-технологического развития страны. Вводится «Система 2+», когда обучающимся предоставляется возможность определения специальности после второго года подготовки. При этом на основе двухлетней подготовки, общей для всей укрупнённой группы специальностей и направлений (УГСН), обучающиеся могут выбрать для дальнейшего освоения программу с компетенциями, востребованными на рынке труда. Несмотря на направленность ФГОС 4 на укрупнение и кросс-дисциплинарность двухлетней подготовки, для последующих лет обучения предусмотрено право вузов на разработку специализаций и профилей с опорой на наиболее актуальные виды профессиональной деятельности.

Аналогично ФГОС 3++ содержание ФГОС 4 включает требования к структуре и объёму обязательной части обучения, условиям реализации примерной ООП и её обеспечению различными ресурсами, а также к результату подготовки, в том числе с учетом профессиональных стандартов [8]. В качестве недостатков содержания ФГОС 3, которые устраняются во ФГОС 4, можно выделить: ограниченные возможности выбора и смены студентом профиля или специализации обучения; излишне детализированные ПК на основе широкого набора профессиональных стандартов, что требовало обновления ООП при их изменении; отсутствие вариантов изменения сроков обучения для его персонализации. Во ФГОС 4 реализуется механизм вариативности объёмов и длительности подготовки, которая может корректироваться по усмотрению вузов, в частности регионального значения, для индивидуализации подготовки. Примерная ООП в рамках ФГОС 4 становится более рамочной и рекомендательной и включает основную часть по УГСН (утверждаемую на пятилетний срок). Дополнительные требования по специальности могут корректироваться ежегодно согласно изменениям требований профильных предприятий – работодателей.

Во ФГОС 4 видоизменяется содержание системы контроля качества, когда государственная аккредитация дополняется общественной. Содержание ФГОС 4 опирается на требования к структуре, объёму,

вступительным испытаниям, условиям реализации, результату подготовки по УК и ОПК, которые будут сформированы в период двухлетнего обучения в рамках УГСН. Стандарт предусматривает проведение профориентационных мероприятий для последующего выбора студентом специальности или направления дальнейшего обучения через конкурсные процедуры и для освоения им ПК, которые имеют персонализированный характер. Предусмотрены категории вузов, получающие право на формирование собственных стандартов, где допускаются отклонения от объёмов, сроков и результатов обучения и других стандартизуемых требований ФГОС 4 и введение новых направлений по согласованию с государственным заказчиком [9].

Обновление содержания ФГОС по направлению «Технологии и проектирование текстильных изделий»

Изменение содержания программы подготовки, условий реализации и результатов (развиваемых компетенций) при переходе от ФГОС 3 к ФГОС 4 для рассматриваемого направления подготовки представлено в таблице, где систематизированы требования стандарта (1), число и содержание УК (2), базовых компетенций – БК (3), ОПК (4), ПК (5), электронно-дистанционное обучение (6).

При сравнении содержания стандартов установлено, что виды профессиональной деятельности (проектирование текстильных изделий, сервис, наука, производство,

качество, бизнес) остаются при переходе к ФГОС 4 неизменными, как и типы решаемых профессиональных задач, набор вариантов практик и прочее. Как указано в предыдущем разделе и таблице, требования к результатам устанавливаются в рамках УГСН по УК и БК и детализируются по специальности в части ОПК. В содержании УК сохраняется важность саморазвития и формирования коммуникативных навыков и [10] с усилением патриотической компоненты. Вводятся 4 единицы БК во ФГОС 4, которые частично заимствованы из ОПК ФГОС 3++, а набор ОПК сокращается с обязательных 8 до 3 единиц, что позволяет вузам более гибко вводить собственный набор формируемых профессиональных компетенций с учетом требований рынка в интересах персонализации обучения.

Сохраняется обязательность проектной деятельности, значимость которой в системе вузовского образования подчеркивается в ряде исследований [11; 12], возможность построения сетевых форм и необходимость цифровой трансформации подготовки.

При переходе к ФГОС 4 с допускаемой в стандарте вариативностью подготовки кадров, с одной стороны, реализуется идея разработки программы обучения под требования организации – потенциального работодателя, сообразно профилю (специальности) подготовки, с другой стороны, вузы, а не другие участники сети сохраняют ответственность за обеспечение качества образовательной деятельности [13].

Обновление содержания направления «Технологии и проектирование текстильных изделий» во ФГОС 4

ФГОС 3++	ФГОС 4
(1) К направлению 29.03.02 «Технологии и проектирование текстильных изделий»	(1) К УГСН 30 «Производство материалов и изделий потребительского и технического назначения» и к специальности 30.01.7.2 «Технологии и проектирование текстильных материалов и изделий»
(2) УК-1...8 в части реализации проектов, коммуникаций, командообразования, межкультурных взаимодействий, безопасности, саморазвития	(2) УК-1...8 в части мировоззрения, патриотического и правового сознания, саморазвития и коммуникаций, здоровьесбережения и безопасности, финансов
(3) Отсутствуют	(3) БК-1...4 в части производственных задач, сертификации продукции, цифровой трансформации производства, маркетинга. Уровни: знать, уметь
(4) ОПК-1...10 в части аналитического мышления и оценки, профильных и информационных технологий, безопасности и оптимизации процессов, документооборота, проектов, маркетинга, качества	(4) ОПК-1...3 в части способностей к разработке проектов... применению методов оптимизации... принятию управленческих решений
(5) Определяются самостоятельно вузом на основе профстандартов	(5) Определяются самостоятельно вузом на основе профстандартов, с учетом требований рынка и приоритетов научно-технологического развития РФ
(6) Вправе применять	(6) До 15% в блоке дисциплины

Примечание: составлено авторами по официальным ФГОС.

Обеспечение гибкости образовательного процесса и вариативности содержания ООП в новых поколениях ФГОС, в отличие от жесткого каркаса ГОС, согласуется с современными научными исследованиями в части зависимости системы образования от внешней среды, в первую очередь от динамично меняющихся потребностей работодателя в кадрах, которые обладали бы не только профессиональными умениями (hard skills), но и гибкими навыками (soft skills) [14]. Кроме того, лавинообразная цифровая трансформация, автоматизация процессов, внедрение специальных отраслевых программных продуктов и распределенного выполнения работ на предприятиях в рамках перехода к Индустрии 4.0 вызвала сопряженные процессы повышения интерактивности, информатизации, цифровой трансформации образования [15], отраженные в современных стандартах.

Заключение

В ходе исследования обосновано, что обновление содержания образования в условиях ФГОС 4 целесообразно производить на основе объединения лучших элементов советских систем и мировой образовательной практики. Представлены этапы эволюции вводимых образовательных стандартов и трансформация содержания вузовской подготовки от жестких рамок изучаемых дисциплин в ГОС к набору развиваемых компетенций и вариативности содержания подготовки согласно ФГОС. Показано, что идея перехода к ФГОС 4 опирается на учет требований внешней среды к конкурентоспособным кадрам, влияние научно-технического прогресса России и возможность выбора обучающимися профиля подготовки при освоении фундаментального ядра по УГСН. Выявлены особенности обновления содержания во ФГОС 4 по сравнению с ФГОС 3++, в том числе на примере направления «Технологии и проектирование текстильных изделий» в части результатов обучения. Установлено изменение содержания УК, введение БК, сокращение числа регламентируемых ОПК, что позволяет вузам в рамках ФГОС 4 формировать программы подготовки с учетом требований потенциальных работодателей, учитывать задачи опережающего и персонализированного обучения с применением сетевых и цифровых взаимодействий.

Список литературы

1. Константинова Л.В., Петров А.М., Штыхно Д.А. Переосмысление подходов к уровневой системе высшего образования в России в условиях выхода из болонского процесса // Высшее образование в России. 2023. Т. 32, № 2. С. 9-24. DOI: 10.31992/0869-3617-2023-32-2-9-24.
2. Темнова Л.В. Модель подготовки социолога в свете разработки Федерального государственного образовательного стандарта четвертого поколения // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Социология. 2024. Т. 24, № 1. С. 87-100. DOI: 10.22363/2313-2272-2024-24-1-87-100.
3. Жевлакович С.С. Шаг вперед, два шага назад? О форме отечественного высшего образования // Психология и педагогика служебной деятельности. 2023. № 3. С. 118-121. DOI: 10.24412/2658-638X-2023-3-118-121.
4. Бахтизин Р.Н., Баулин О.А., Мазитов Р.М., Шайхутдинова Н.А. Трансформация системы подготовки специалистов в условиях перехода на ФГОС 3++ // Высшее образование в России. 2019. Т. 28, № 5. С. 104-110. DOI: 10.31992/0869-3617-2019-28-5-104-110.
5. Михайлов Н.Г., Николаева Н.И. Об эволюции некоторых федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. 2020. № 7 (185). С. 254-263. DOI: 10.34835/issn.2308-1961.2020.7.p254-263.
6. Солдатов Д.П. Генезис образовательных стандартов высшего профессионального образования России // Наука и образование ON-LINE» (Актуальные вопросы качества образования). Дата публикации: 23.05.2017. URL: <https://pedagog.eee-science.ru/listing/genezis-obrazovatelnyh-standartov-vysshego-professionalnogo-obrazovaniya-rossii/> (дата обращения 04.02.2025).
7. Красина И.В., Парсанов А.С. Модель формирования компетенций при сетевой подготовке кадров для текстильной промышленности // Глобальный научный потенциал. 2024. Т. 1, № 12 (165). С. 160-163. URL: [http://globaljournals.ru/assets/files/journals/global-scientific-potential/165/g-n-p-12\(165\)-tom1-main.pdf](http://globaljournals.ru/assets/files/journals/global-scientific-potential/165/g-n-p-12(165)-tom1-main.pdf) (дата обращения 04.02.2025).
8. Хахина О.В. Проблемы реализации федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – бакалавриат // Grand Altai Research & Education. 2019. №1. С. 110-114. DOI: 10.25712/ASTU.2410-485X.2019.01.016.
9. Рудской А.И., Боровков А.И., Романов П.И. Концепция ФГОС ВО четвертого поколения для инженерной области образования в контексте выполнения поручений Президента России // Высшее образование в России. 2021. Т. 30, № 4. С. 73-85. DOI: 10.31992/0869-3617-2021-30-4-73-85.
10. Ibatullina A.R., Mingaliev R.R., Khusainova G.R., Bronskaya V.V., Kharitonova O.S., Krasina I.V., Yakimova J.Y., Parsanov A.S. The impact of engineering students' communication behavior on the teams' performance (case study: Chemical process engineering classes) // Journal of Physics: Conference Series : II International Scientific Conference on Metrological Support of Innovative Technologies (ICMSIT II-2021). Krasnoyarsk: IOP Publishing Ltd. 2021. P. 22117. DOI: 10.1088/1742-6596/1889/2/022117.
11. Torkunova J.V., Khairullina E.R., Komelina V.A., Volkova N.V., Ponomarev K.N. The peculiarities of qualitative information, analytical maintenance innovative and educational activity technological projection in higher educational institution // Life Science Journal. 2014. Vol. 11. № 8. P. 498-503. DOI: 10.7537/marslsj1108s14.108.
12. Сергеева Е.А., Тихонова Н.В., Даловский К.Д., Загидуллин А.Ф. Методика повышения результативности моделирования в профессиональной подготовке материалovedов // Глобальный научный потенциал. 2024. № 6 (159). С. 188-190. URL: [http://globaljournals.ru/assets/files/journals/global-scientific-potential/159/g-n-p-6\(159\)-main.pdf](http://globaljournals.ru/assets/files/journals/global-scientific-potential/159/g-n-p-6(159)-main.pdf) (дата обращения: 04.02.2025).
13. Хайруллина Э.Р., Насретдинова А.С., Насретдинов А.И. Модель формирования профессиональных компетенций выпускника в условиях интеграции вуза с отраслевыми предприятиями // Современные наукоемкие технологии. 2023. № 11. С. 220-224. DOI: 10.17513/snt.39847.
14. Красина И.В., Ибатуллина А.Р., Бронская В.В., Хамидуллина Л.Д., Пронина Е.А. Эволюция текстильной промышленности Евросоюза в условиях индустрии 4.0 // Новые технологии и материалы легкой промышленности: XVII Всеросс. науч.- практ. конф. Казань: КНИТУ. 2021. С. 79-81.
15. Гарифуллина Э.В., Красина И.В., Бронская В.В., Азанова А.А., Гараева М.Р. Этапы цифровой трансформации университета // Управление устойчивым развитием. 2022. № 1 (38). С. 67-72. DOI: 10.55421/2499992X_2022_1_67.

УДК 372.881.111.1
DOI 10.17513/snt.40332

ЭКСКУРСИОННЫЕ СООБЩЕНИЯ НА ИНОСТРАННОМ ЯЗЫКЕ КАК СРЕДСТВО РАЗВИТИЯ ЛИНГВОСТРАНОВЕДЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНЦИИ

Левина Е.А., Сергеева Н.С.

*ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический университет имени М.Е. Евсевьева»,
Саранск, e-mail: e-lyo@yandex.ru*

В статье рассматривается проблема формирования лингвострановедческой компетенции старшеклассников на уроках иностранного языка посредством экскурсионных сообщений. Авторы обосновывают актуальность интеграции культурологического компонента в образовательный процесс, что соответствует современным требованиям Федерального государственного образовательного стандарта и способствует развитию межкультурной коммуникации. На основе анализа работ по теме исследования уточняется понятие лингвострановедческой компетенции, ее структура и основные компоненты. Обосновывается необходимость использования аутентичных источников, междисциплинарного подхода и активных методов обучения, направленных на вовлечение обучающихся в процесс познания культуры изучаемого языка. В ходе педагогического эксперимента была разработана и апробирована методика формирования лингвострановедческой компетенции через экскурсионную деятельность, включающая систему заданий, направленных на развитие речевой активности, лингвострановедческих знаний и аналитического мышления. Представлены результаты диагностики уровня сформированности данной компетенции до и после внедрения экспериментальной методики. Анализ полученных данных свидетельствует о положительном влиянии экскурсионной деятельности на развитие коммуникативных навыков и углубление лингвострановедческих знаний обучающихся. Авторы приходят к выводу о целесообразности включения экскурсионной деятельности в процесс обучения иностранному языку как эффективного средства формирования лингвострановедческой компетенции. Подчеркивается необходимость дальнейшего изучения данной темы, включая разработку новых методических подходов, интеграцию цифровых технологий и расширение спектра форматов экскурсионной деятельности для более глубокого погружения обучающихся в изучаемую культуру.

Ключевые слова: иностранный язык, лингвострановедческая компетенция, методика обучения, экскурсионное сообщение, межкультурное взаимодействие

Статья публикуется при поддержке гранта на проведение научно-исследовательских работ по приоритетным направлениям научной деятельности вузов-партнеров по сетевому взаимодействию.

EXCURSION TEXTS IN A FOREIGN LANGUAGE AS A MEANS OF DEVELOPING LINGUISTIC AND CULTURAL COMPETENCE

Levina E.A., Sergeeva N.S.

*Mordovian State Pedagogical University named after M.E. Evseviev,
Saransk, e-mail: e-lyo@yandex.ru*

The article addresses the issue of developing linguistic and cultural competence among high school students in foreign language classes through the use of excursion texts. The authors substantiate the relevance of integrating a cultural component into the educational process, which aligns with the modern requirements of the Federal State Educational Standard and promotes the development of intercultural communication. Based on an analysis of research on the topic, the concept of linguistic and cultural competence is clarified, including its structure and key components. The necessity of using authentic sources, an interdisciplinary approach, and active learning methods aimed at engaging students in the process of exploring the culture of the target language is emphasized. In the course of a pedagogical experiment, a methodology for developing linguistic and cultural competence through excursion activities was designed and tested. This methodology includes a system of tasks aimed at enhancing speech activity, linguistic and cultural knowledge, and analytical thinking. The results of diagnostic assessments of the level of competence before and after the implementation of the experimental methodology are presented. The analysis of the data indicates a positive impact of excursion activities on the development of students' communicative skills and the deepening of their linguistic and cultural knowledge. The authors conclude that incorporating excursion activities into foreign language teaching is an effective means of fostering linguistic and cultural competence. They emphasize the need for further research on this topic, including the development of new methodological approaches, the integration of digital technologies, and the expansion of formats for excursion activities to provide students with a more immersive experience in the target culture.

Keywords: foreign language, linguistic and cultural competence, teaching methodology, excursion text, intercultural interaction

The article is published with the support of a grant for research work in priority areas of scientific activity of partner universities in network interaction.

Введение

Владение иностранным языком в условиях современной системы образования трудно представить без понимания культурных, исторических и социальных аспектов стран изучаемого языка. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования предъявляет следующие требования к предметным результатам освоения базового курса иностранного языка: владение знаниями о социокультурной специфике страны/стран изучаемого языка и умение строить свое речевое и неречевое поведение адекватно этой специфике; умение выделять общее и различное в культуре родной страны и страны/стран изучаемого языка [1]. В Федеральной рабочей программе по иностранному (английскому) языку для среднего общего образования отмечается, что важным компонентом коммуникативной компетенции является социокультурная компетенция, предполагающая приобщение обучающихся к традициям и культуре англоговорящих стран [2, с. 5]. Однако полноценное включение обучающихся в языковую среду невозможно без формирования лингвострановедческой компетенции, которая позволяет воспринимать и адекватно интерпретировать национально-культурные особенности языка, отраженные в его лексике, фразеологии и дискурсивных практиках.

В научный дискурс термин лингвострановедение был введен Е.М. Верещагиным и В.Г. Костомаровым, которые разработали его методологические основы в контексте преподавания иностранных языков. Данный подход предполагает изучение как исторического развития, так и современного культурного ландшафта страны [3].

В работах О.Б. Копосовой и А.В. Малёва лингвострановедческая компетенция трактуется как синтез теоретического и процессуально-деятельностного компонентов [4]. Первый включает знание речевых норм и этикетных конструкций, а также понимание национально-специфических реалий (географических, исторических, экономических). Это способствует формированию у обучающихся целостного представления о повседневной жизни носителей языка. Процессуально-деятельностный компонент предполагает развитие речевых навыков, таких как актуализация лексического запаса, корректное использование языковых структур и применение компенсаторных стратегий для преодоления коммуникативных трудностей. Особое внимание уделяется способности к аналитическому

чтению и интерпретации аутентичных текстов, насыщенных культурно-специфической информацией, что способствует более эффективному участию в межкультурном диалоге.

А.В. Кузнецова и С.В. Чернышов акцентируют внимание на том, что лингвострановедческая компетенция выступает как средство интеграции обучающегося в многоуровневый культурный диалог. Основная цель данного процесса заключается в подготовке обучающихся к полноценному взаимодействию с представителями других лингвокультурных сообществ [5].

Н.И. Ефремова выделяет ряд методологических принципов, способствующих интеграции культурно-языкового компонента в образовательный процесс: принцип социальной природы языка, принцип усвоения культурных ценностей через язык, принцип позитивного восприятия культуры, принцип целостного подхода, то есть систематическая работа с дидактическими материалами, направленная на интеграцию лингвострановедческого содержания [6]. В этом контексте особую значимость приобретает экскурсионная деятельность на иностранном языке, которая позволяет обучающимся погружаться в аутентичные речевые ситуации, анализировать историко-культурное наследие страны изучаемого языка и приобретать опыт межкультурного взаимодействия, так как овладеть коммуникативной компетенцией на английском языке, не находясь в стране изучаемого языка, весьма трудно [7, с. 419].

Педагогический процесс представляет собой целенаправленную деятельность по трансформации социального опыта в личностные качества обучаемых, способствующую их интеллектуальному, культурному и нравственному развитию. Урок иностранного языка как пространство, где обучающийся находится на грани двух социокультурных общностей (что невольно приводит к рефлексии над особенностями каждой из представленных культур), наиболее ярко демонстрирует процесс приобретения социального опыта и развития собственной системы личностных свойств и качеств.

Вовлечение обучающихся в экскурсионную деятельность является одним из эффективных способов реализации лингвострановедческого подхода. «Экскурсия (от лат. *excursio* – прогулка, поездка) – форма организации учебно-воспитательного процесса, позволяющая знакомить обучающихся со страной изучаемого языка и условиями функционирования языка в конкретной речевой среде. В ходе экскурсий реализуются

ся цели обучения» [8, с. 351]. Экскурсии как мотивирующий элемент в преподавании и изучении иностранных языков создают имитируемую среду, способствуют получению новых впечатлений и опыта, основанных на наблюдении за предметами, ситуациями, которые невозможно наблюдать на обычном уроке [9, с. 135].

Анализируя аспекты лингвострановедческой компетенции, затрагиваемые при составлении экскурсионных сообщений, стоит указать, что происходит совершенствование как знаний, так и умений, иными словами, участие в экскурсионной деятельности дает обучающемуся возможность стать участником культурного диалога, то есть достичь главной цели современного иноязычного образования.

Следует также выделить основные компоненты экскурсионной речи. Текст сообщения обязательно включает топонимы (названия географических мест), термины и понятия, необходимые для передачи основной информации об объекте или местности. Линию построения текста можно представить следующим образом: автор экспоната – экспонат – экскурсант. Экскурсант выступает в роли субъекта, то есть самостоятельно познает объект, тем самым удовлетворяя духовные потребности, экскурсовод при этом организует познавательную деятельность и направляет ее. Из последнего замечания становится очевидным, что воздействующая функция реализуется в экскурсионной деятельности наравне с информационной. Исходя из указанных особенностей, отметим, что подготовка экскурсионного сообщения требует от обучающегося анализа лингвострановедческого материала, логичности представления информации, самовыражения, наличия собственной позиции.

Целью исследования является изучение и анализ возможностей экскурсионных сообщений при формировании лингвострановедческой компетенции у обучающихся старших классов на уроках иностранного языка.

Материалы и методы исследования

Обучение иностранному языку с помощью экскурсионных сообщений было организовано на площадке муниципального общеобразовательного учреждения «Средняя общеобразовательная школа с углубленным изучением отдельных предметов № 24» г. Саранск в рамках реализации проекта «Обучение служением», социальная задача «Kids' automation/английский для всех» (<https://sl.dobro.ru/catalog/tproduct/645424099-758022142012-kids->

[automation-angliiskii-dlya-vseh](https://sl.dobro.ru/catalog/tproduct/645424099-758022142012-kids-automation-angliiskii-dlya-vseh)). При работе над задачей были проведены бесплатные уроки по английскому языку с использованием современных технологий, а именно экскурсионных сообщений.

В ходе работы школьники изучали структуру экскурсионного сообщения, анализировали образцы текстов, а затем разрабатывали собственные экскурсионные сообщения. Первый этап экспериментальной работы заключался в констатации исходного уровня сформированности лингвострановедческой компетенции 98 обучающихся. Оценка исходного уровня знаний обучающихся осуществлялась посредством тестирования. За каждое выполненное задание предусматривалось начисление до 5 баллов, что обеспечило объективную диагностику уровня подготовленности.

1. Найдите и подчеркните в тексте слова, связанные с культурой, историей и традициями страны изучаемого языка.

2. Заполните пропуски в тексте путем выбора из предложенных вариантов фоновой и безэквивалентной лексики.

3. Сформулируйте и запишите вопросы к тексту о достопримечательностях.

4. Заполните таблицу: разделите информацию на колонки «История», «Традиции», «Общество».

5. Заполнить пробелы в тексте без вариантов ответа.

6. Прослушайте аудио и отметьте верные/неверные утверждения.

7. Ответьте на вопросы к аудиотексту.

8. Напишите эссе (200–250 слов) о традициях англичан.

9. Опишите картинку, объясните, как она связана с культурой Англии.

10. Обсудите с экзаменатором рисунок/видео, расскажите, что на нем изображено и как это связано с историей Англии [12, с. 72].

Задачи исследования: проанализировать понятия *лингвострановедческая компетенция* и *экскурсия*; разработать и апробировать комплекс заданий, направленных на формирование лингвострановедческой компетенции посредством экскурсионной деятельности; оценить эффективность предложенных упражнений на основе анализа учебных достижений школьников и их восприятия данного подхода.

Для решения исследовательских задач были использованы теоретические и эмпирические методы, включающие анализ психолого-педагогической и методической литературы, нормативно-правовых документов, синтез, систематизацию и апробацию, что позволило определить ключевые тенденции и закономерности.

Результаты исследования и их обсуждение

В результате изучения вопроса составления экскурсионного сообщения на уроках иностранного языка была составлена его композиционная схема: 1. Приветствие. 2. Информативный диалог (актуализация известной информации у экскурсантов). 3. Введение. 4. Основная часть экскурсионного сообщения. 5. Заключение (обобщение, обращение к личному опыту). 6. Рефлексия, ответы на вопросы экскурсантов. 7. Прощание [7; 10].

При разработке комплекса заданий по обучению старших школьников составлению экскурсионных сообщений авторы статьи придерживались классификации упражнений Т.А. Ладыженской [11]. Представленные задания направлены на рассмотрение экскурсионных объектов Британского музея в Лондоне (10 Treasures of the British Museum / <https://www.tripsavvy.com/treasures-of-the-british-museum-1661292>). Комплекс состоит из трех этапов.

Первый этап направлен на анализ композиции экскурсионного сообщения посредством разделения текста на смысловые части и составление плана.

1. a) Compare two texts. How are they different?

Text 1 (фрагмент)

What is it? A large group of chess pieces, carved in walrus ivory and whalebone sometime during the 12th century. Current thinking is that they were made in Norway and were hidden by a merchant en route to trade them in Ireland. They are the largest collection of objects for leisure use from the period ever found ...

Text 2 (фрагмент)

Good afternoon, dear guests of the British Museum! My name is Olga, today I will be your guide. During our tour, we will get acquainted with the most important exhibits of the middle Ages presented in our museum. Please tell me, have you ever been to this place? What do you think it is? It is a large group of chess pieces, named The Lewis Chessmen ...

b) Divide the text into semantic parts, designate them. Create a complex text plan.

Разработанное задание для первого вводно-теоретического этапа направлено на изучение жанра экскурсионного сообщения. Оно включает следующие практические шаги: наблюдение и анализ текстов, работу с моделью жанра. На основе прочитанных текстов обучающиеся должны выполнить задания, направленные на выделение композиционно-стилевых и содержательно-смысловых особенностей. Например: разбить текст на смысловые блоки и дать им названия, выписать языковые средства, характерные для экскурсионного сообще-

ния (описательные конструкции, выразительные эпитеты и др.), найти и обозначить ключевые выражения и приемы, которые делают текст информативным.

Второй этап представлен репродуктивно-продуктивной деятельностью. Разработанный алгоритм работы с фактической информацией требует проведения ее критического анализа и адаптации для экскурсионной деятельности.

2. a) Find the Room 49, Roman Britain, on the Upper Floor. Look at the photos. What do you think this is? What can this object be famous for?

b) Study the exhibit card of the object. Mark the sentences with the letters – “R” (correct) or “F” (incorrect). Correct the wrong statements at the next stage (обучающиеся работают с раздаточным материалом).

c) Talk about The Vindolanda Tablets to the plan (Name of the object; Location; Description; A brief history; Modern value). Mention why this sight might please your classmates.

d) Fill in the exhibit card of the object with the information below (информационные листы и карта музея раздаются обучающимся). Find it on the map of the museum.

e) Work in pairs. Prepare facts about two places without mentioning the name of the attraction. Your partner must guess which attraction it is.

f) Indicate in which part of the excursion message the tour guide can use the sentences. Complete them so that they are true to the objects (обучающиеся получают рабочие листы).

Задания (a) и (b) требуют от обучающихся поиска и изучения информации об экспонате (Vindolanda Tablets), анализа предложенной справочной карточки и проверки утверждений на правильность. Это способствует формированию умений выделять ключевые факты, выявлять несоответствия и интерпретировать информацию, что имеет значение для работы с культурно-историческими материалами.

Задание (c), где обучающимся необходимо представить объект в соответствии с заданным планом (название, местоположение, описание, история, современное значение), развивает способность логично и последовательно организовывать лингвострановедческую информацию, что является важным аспектом экскурсионной деятельности.

Задание (d) предполагает заполнение карточки экспоната на основе предложенной информации, что требует от обучающихся самостоятельного выбора значимых деталей и их краткого, но информативного представления. Этот процесс приближает их к реальной практике подготовки экскурсионных сообщений.

Результаты тестирования в начале и конце эксперимента

Критерий	До эксперимента, % (чел.)	После эксперимента, % (чел.)
Число обучающихся, не прошедших тест	46 (45)	14 (14)
Число обучающихся, прошедших тест	54 (53)	86 (84)

Задание (е) включает работу в парах, где обучающиеся подготавливают описание двух мест, не называя их, а партнер должен угадать объект. Это способствует не только активному использованию фоновой, безэквивалентной лексики и реалий, но и развитию навыков взаимодействия и устной коммуникации в игровой форме.

Задание (f) направлено на осознание логики построения экскурсионного сообщения, где обучающиеся соотносят предложения с соответствующими частями композиционной схемы экскурсии. Это помогает понять, какие речевые клише и коммуникативные стратегии наиболее уместны на каждом этапе.

Второй этап способствует комплексному развитию у обучающихся не только языковых навыков, но и межкультурной осведомленности, что делает их эффективным средством формирования лингвострановедческой компетенции.

Выполнение заданий третьего этапа помогает систематизировать ранее сформированные знания и умения и составить текст экскурсионного сообщения, применимый для реальной экскурсии.

3. a) List the elements of the excursion message. Specify possible options for cliches. Make a memo "How to prepare an excursion message".

b) Make an excursion message about The Vindolanda Tablets and Colossal Granite Head of Amenhotep III. Use the map of excursion objects. Think about the order in which the excursion objects should be presented during the tour.

Апробация проводилась среди обучающихся 10-х классов, которые были включены в социальный проект «Обучение служением». Критерием успешного прохождения входного контроля являлось получение обучающимся более 30 баллов из 50 возможных. В случае набора количества баллов ниже данного порогового значения, фиксировался результат «не сдано». В рамках второго этапа проводились занятия, посвященные теме «Культурные объекты Лондона», в ходе которых применялась методика экскурсионных сообщений. На третьем этапе эксперимента осуществлялось повторное тестирование участников. Тестовые задания были разработаны с учетом ранее

установленных формулировок и критериев. Результаты, полученные до и после проведения обучающих мероприятий, представлены в таблице.

Проведенное исследование подтвердило эффективность использования экскурсионных сообщений при формировании лингвострановедческой компетенции у обучающихся старших классов. В ходе эксперимента было установлено, что предложенный комплекс упражнений способствует развитию не только языковых навыков (фоновая и безэквивалентная лексика, реалии), но и межкультурной осведомленности, что подтверждается результатами сравнительного анализа входного и итогового тестирования. Достижение поставленной цели исследования заключается в успешной апробации методики, основанной на экскурсионной деятельности, которая позволила обучающимся глубже погрузиться в культурный контекст страны изучаемого языка.

Заключение

Результаты тестирования до и после проведения эксперимента показали значительное улучшение уровня подготовленности обучающихся. Количество школьников, успешно справившихся с заданиями, увеличилось с 54% до 86%, что свидетельствует о высокой эффективности предложенной методики. Особое внимание в ходе исследования уделялось развитию навыков составления экскурсионных сообщений, что позволило обучающимся не только систематизировать полученные знания, но и научиться логично и последовательно излагать информацию, учитывая культурные и исторические аспекты.

Таким образом, экскурсионная деятельность, интегрированная в процесс обучения иностранному языку, выступает как эффективное средство формирования лингвострановедческой компетенции. Она не только обогащает учебный процесс, но и способствует развитию у обучающихся критического мышления, межкультурной коммуникации и способности к самостоятельной аналитической работе.

Полученные результаты подчеркивают необходимость дальнейшего изучения и внедрения подобных методик в образова-

тельную практику. В перспективе представляется целесообразным расширить спектр используемых форматов экскурсионной деятельности, включая виртуальные экскурсии и интеграцию цифровых технологий, что позволит сделать процесс обучения более интерактивным и адаптированным к современным реалиям.

В заключение можно утверждать, что формирование лингвострановедческой компетенции через экскурсионные сообщения не только соответствует требованиям Федерального государственного образовательного стандарта, но и способствует подготовке обучающихся к полноценному участию в межкультурном диалоге, что является одной из ключевых целей современного иноязычного образования.

Список литературы

1. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования [Электронный ресурс]. URL: <https://fgos.ru/fgos/fgos-soo/> (дата обращения: 28.02.2025).
2. Федеральная рабочая программа среднего общего образования. Иностранный (английский) язык (базовый уровень) (для 10–11 классов образовательных организаций) // Единое содержание общего образования [Электронный ресурс]. URL: https://edsoo.ru/wp-content/uploads/2023/08/4_frp-angl-yaz_10-11-klassy_baza.pdf (дата обращения: 28.01.2025).
3. Верещагин Е.М., Костомаров В.Г. Лингвострановедение и текст. М.: Русский язык, 1987. 179 с.
4. Копосова О.Б., Малёв А.В. Реализация лингвострановедческого аспекта обучения иностранному языку в старшей школе в условиях межкультурной парадигмы // Проблемы современного педагогического образования. 2020. № 68-2. С. 167–171.
5. Кузнецова А.В., Чернышов С.В. Теоретическая модель иноязычной межкультурной компетенции старшеклассников // Педагогика. Вопросы теории и практики. 2020. № 1. С. 41–45.
6. Ефремова Н.В. Роль лингвострановедения в преподавании немецкого языка // Теоретические и практические предпосылки подготовки полилингвальных специалистов в УВО. Могилев: МГУ имени А. А. Кулешова, 2020. С. 80–83.
7. Ягубова А.С. Обучение языковым навыкам и речевым умениям посредством виртуального путешествия // Бизнес. Образование. Право. 2020. № 3 (52). С. 417–422.
8. Азимов Э.Г., Щукин А.Н. Новый словарь методических терминов и понятий (теория и практика обучения языкам). М.: ИКАР, 2009. 448 с.
9. Igazová M. Excursions as an Innovative and Motivating Tool in Teaching and Learning Foreign Languages // CASALC Review. 2017. № 3. P. 134–141.
10. Пылкова А.А. Виртуальная экскурсия как инновационная форма обучения русскому языку как иностранному на довузовском этапе обучения при реализации регионального компонента // Филологические науки. Вопросы теории и практики. 2023. Т. 16, № 2. С. 645–651.
11. Методика развития речи на уроках русского языка. Книга для учителя / под ред. Т.А. Ладыженской. 2-е издание, исправленное и дополненное. М.: Просвещение, 1991. 249 с.
12. Левина Е.А., Вишленкова С.Г., Варданян Л.В. Формирование функциональной грамотности у будущих учителей иностранных языков // Гуманитарные науки и образование. 2023. Т. 14, № 3 (55). С. 70–76.

УДК 376.37
DOI 10.17513/snt.40333

ПОТЕНЦИАЛ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛИКОДОВЫХ ТЕКСТОВ В ЛОГОПЕДИЧЕСКОЙ РАБОТЕ ПО КОРРЕКЦИИ НЕДОСТАТКОВ СВЯЗНЫХ ВЫСКАЗЫВАНИЙ У ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА С ОБЩИМ НЕДОРАЗВИТИЕМ РЕЧИ

Паршенкова Е.Н., Ташина Т.М.

*Шуйский филиал ФГБОУ ВО «Ивановский государственный университет», Шуя,
e-mail: vena.mail@yandex.ru, ta-ta81@yandex.ru*

Цели исследования – изучение и анализ особенностей и недостатков связанных речевых высказываний детей дошкольного возраста с общим недоразвитием речи и определение эффективных подходов к преодолению выявленных недостатков на основе использования коррекционного потенциала поликодовых текстов. Сбор эмпирических данных для анализа сформированности умений продуцирования связанных высказываний был осуществлен на базе дошкольных образовательных учреждений г.о. Шуя Ивановской области (МДОУ «Детский сад № 23» комбинированного вида, МДОУ «Центры развития ребенка – детские сады» № 2, № 4, № 6). Общая совокупная выборка составила 48 обучающихся групп компенсирующей направленности для детей с тяжелыми нарушениями речи. Полученные эмпирические данные позволили прийти к выводу о том, что можно говорить о двух группах детей с общим недоразвитием речи: у детей первой группы недостатки связанных высказываний обусловлены собственно ограниченностью репертуара языковых единиц, у ребят второй группы недостатки выражены более грубо и являются следствием не только бедности речевых средств, но и проблем внутреннего программирования высказываний. В качестве одного из эффективных средств коррекции недостатков продуцирования связанных высказываний у дошкольников с общим недоразвитием речи рассматривается применение поликодовых текстов, что облегчает понимание детьми смысла текста, осознание его структурной организации, выступает в качестве наглядной основы для воспроизведения исходного текста при пересказе и составлении самостоятельного высказывания.

Ключевые слова: дети дошкольного возраста, общее недоразвитие речи, связанное высказывание, поликодовый текст

THE POTENTIAL OF USING POLYCODE TEXTS IN SPEECH THERAPY TO CORRECT DISORDERS OF COHERENT UTTERANCES IN PRESCHOOL CHILDREN WITH GENERAL SPEECH UNDERDEVELOPMENT

Parshenkova E.N., Tashina T.M.

*Shuya branch of Ivanovo State University, Shuya,
e-mail: vena.mail@yandex.ru, ta-ta81@yandex.ru*

The purpose of the study is to study and analyze the features and disadvantages of coherent speech utterances of preschool children with general speech underdevelopment and to identify effective approaches to overcome the identified shortcomings based on the use of the correctional potential of polycode texts. Empirical data was collected to analyze the formation of coherent utterance production skills on the basis of preschool educational institutions in Shuya, Ivanovo region (MDOU «Kindergarten No. 23» of a combined type, MDOU «Child Development Centers – kindergartens» № 2, № 4, № 6). The total cumulative sample consisted of 48 study groups of compensatory orientation for children with severe speech disorders. The empirical data obtained allowed us to conclude that we can talk about two groups of children with general speech underdevelopment: in the first group, the disorders of coherent utterances are due to the limited repertoire of language units, in the second group, the disorders are expressed more crudely and are not only a consequence of the poverty of speech resources, but also the problems of internal programming of utterances. As one of the effective means of correcting the shortcomings of producing coherent utterances in preschoolers with general speech underdevelopment, the use of polycode texts is considered, which facilitates children's understanding of the meaning of the text, awareness of its structural organization, and acts as a visual basis for reproducing the source text when retelling and composing an independent statement.

Keywords: preschool children, general speech underdevelopment, coherent utterance, polycode text

Введение

Типичной характеристикой речевой продукции детей с общим недоразвитием речи (ОНР) является наличие в ней повторяющихся ошибок как следствие дефицитов всех компонентов речезыковой системы: недостатков фонетического, лексического и грамматического оформления высказыва-

ния. Данное нарушение закономерно негативно отражается на качестве связной речи.

Связная речь – явление сложное, характеризующееся иерархически выстроенной структурой, которой присущи черты точности, логичности, последовательности и содержательной полноты при передаче замысла говорящим. В связной речи в со-

вокупности не только отражаются и реализуются все компоненты речезыковой системы, но и оказываются задействованными высшие психические функции, прежде всего мышление, которое обеспечивает возможности внутреннего планирования речи. Поэтому в связной речи принято различать два взаимосвязанных плана: мыслительный (иными словами, план содержания) и речевой (план выражения) [1]. При этом смысловые структуры, отражающие связи и отношения будущего высказывания, создаются, согласно Н.И. Жинкину [2, с. 23–24], единицами универсального предметно-схемного или предметно-изобразительного кода.

У обучающихся с ОНР трудности в связной речи чаще всего связаны с собственно речевыми дефицитами, а в более сложных случаях затруднения внешнего оформления связного высказывания имеют более глубокие корни и провоцируются несформированностью способности к внутреннему их программированию. В данном случае страдает целостность продуцируемого текста: нарушается передача причинной обусловленности, внутренних логических связей, допускаются пропуск важных или необоснованное включение смысловых звеньев, незавершенность как отдельных эпизодов, так и всего высказывания в целом [3]. Такие нарушения, по теории Л.С. Выготского о сложной структуре дефекта, можно рассматривать в качестве вторичных проявлений, выражающихся в недостаточной сформированности познавательных процессов, составляющих психологическую базу способности к продуцированию связных высказываний.

Поэтому в процессе логопедического воздействия по формированию и коррекции нарушений связной речи важно комплексно обрабатывать как речевые средства, так и собственно мыслительные, обеспечивающие программу высказывания, его логичность и последовательность. При этом целесообразно использовать такие инструменты, которые выступали бы средством демонстрации внутреннего, идеального, смыслового плана сообщения.

Роль такого инструмента могут выполнять поликодовые тексты, рассматриваемые современными исследователями в типологии нелинейных текстов, среди которых еще различают монокодовые и дикодовые (или креолизованные) тексты [4, 5].

Информация в поликодовом тексте кодируется посредством различных знаковых средств, задействующих различные модальности восприятия, имеющих как словесное, так и невербальное (аудиальное, визуальное, двигательное и пр.) выражение.

В качестве примера поликодовых текстов могут выступать и серийно организованная наглядность, и мультипликационный фильм, и видеоролик, и комикс, и графическая схема, и знаковая модель. В любом поликодовом тексте предполагается наличие визуально воспринимаемых объектов, которые выступают для детей как наглядная опора при программировании высказывания во внутреннем плане и разворачивании его в экспрессивной (внешней) речи.

Анализ, проведенный С.Н. Каштановой, М.И. Дружининой, свидетельствует, что поликодовые тексты достаточно широко применяются в образовательной практике и реализуются в коррекционных методиках в виде графических записей структуры связного сообщения, блоков-квадратов, схем, комиксов и т.п. [6].

Таким образом, представленный анализ специальных психолого-педагогических литературных источников свидетельствует о том, что у детей дошкольного возраста с ОНР отмечаются выраженные недостатки продуцирования связных высказываний, что является основанием для проведения констатирующего экспериментального исследования уровня сформированности данного умения, а также определяет пути поиска эффективных средств коррекции выявленных недостатков посредством применения в коррекционной работе поликодовых текстов.

Цели исследования – изучение и анализ особенностей и недостатков связных речевых высказываний детей дошкольного возраста с ОНР и определение эффективных подходов к преодолению выявленных недостатков на основе использования коррекционного потенциала поликодовых текстов.

Материал и методы исследования

Исследование проводилось на базе образовательных учреждений г.о. Шуя Ивановской области (МДОУ «Детский сад № 23» комбинированного вида, МДОУ «Центр развития ребенка – детский сад» № 2, № 4, № 6) в период с 2020 по 2024 годы. Общая совокупная выборка составила 48 детей старшего дошкольного возраста.

Критерии включения в выборку участников исследования: наличие заключения психолого-медико-педагогической комиссии, подтверждающего первичный характер речевого нарушения; верифицированное логопедическое заключение – общее недоразвитие речи (III уровень речевого развития); систематическая логопедическая помощь в условиях дошкольной образовательной организации в группах компенсирующей направленности для обучающихся с тяжелыми нарушениями речи.

Диагностическим инструментом выступала методика В.П. Глухова, включающая в себя серию из восьми блоков диагностических заданий [7, с. 39–64]. Оценку выполнения заданий производили по каждому блоку (по пятибалльной шкале) путем суммирования баллов, полученных за выполнение диагностических заданий, осуществляли определение уровня сформированности умения продуцировать связное речевое высказывание: хороший (от 33 до 40 баллов), удовлетворительный (от 25 до 32 баллов), недостаточный (от 17 до 24 баллов), низкий (от 9 до 16 баллов), начальный («условно нулевой») (от 0 до 8 баллов).

Результаты исследования и их обсуждение

Полученные эмпирические данные позволяют говорить о двух группах детей с ОНР, имеющих трудности в связной речи. У детей первой группы недостатки связных высказываний проявляются затруднениями в подборе необходимых лексических (ограниченность словаря) и синтаксических (однотипность синтаксических конструкций) средств, наличием недостатков грамматического оформления высказываний, что обусловлено собственно ограниченностью репертуара языковых единиц. По методике В.П. Глухова у них диагностируется удовлетворительный уровень развития связной речи (18,75%).

У детей другой группы недостатки выражены более грубо, они являются не только следствием бедности речевых средств, но и проблемами внутреннего программирования высказываний. По-видимому, именно несформированностью навыка перевода наглядной образной иконической программы связного сообщения с субъективного языка внутренней речи на единицы натурального языка, согласно концепции Н.И. Жинкина о механизмах порождения речевых высказываний [2, с. 23], можно объяснить вышеперечисленные недостатки. К этой группе были отнесены дошкольники, уровни развития связной речи которых определены как недостаточный (25%), низкий (39,58%) и начальный (16,67%). Данные, полученные в ходе эмпирического изучения особенностей связных высказываний дошкольников с ОНР, в целом согласуются с результатами аналогичных исследований [7, 8], подтверждая их.

При разработке стратегии логопедического воздействия, направленного на преодоление выявленных недостатков, был принят во внимание тот факт, что коррекционный потенциал поликодовых текстов в целом, а также возможности их примене-

ния именно в формировании связной речи у детей дошкольного возраста обеспечиваются рядом обстоятельств.

Во-первых, познавательная деятельность человека не протекает с опорой лишь на одну, изолированную модальность – напротив, любое предметное восприятие системно, оно является результатом принципиально полимодальной деятельности [9, 10].

Во-вторых, устная речь, которая является основным коммуникативным каналом в дошкольном возрасте, имеет поликодовую природу. На поликодовость устного дискурса, в частности, обращает внимание В.Е. Черняковская, которая подчеркивает, что именно многосигнальность устного сообщения обеспечивает оптимальное декодирование его смысла [11].

В-третьих, дошкольный возраст характеризуется особой сензитивностью к освоению наглядного моделирования (К.А. Кравцова [12, с. 9]), что является основой поликодовых текстов.

В-четвертых, «информация в поликодовых текстах представлена в компрессионном виде, что автоматически оптимизирует когнитивные функции ребенка по принципу “не расшифруешь – не поймешь”» [13, с. 37].

Таким образом, поликодовость органична природе дошкольного возраста.

Поликодовые тексты представлены в разнообразных форматах, поэтому обладают широким функционалом и могут применяться на разных этапах логопедической работы по формированию и коррекции нарушений связной речи. Анализ имеющихся подходов к реализации данного направления коррекционной работы свидетельствует, что исследователи выделяют разное количество этапов и разное их наполнение. Вместе с тем, можно выделить общее, что их объединяет. Сама сущность связной речи диктует основные составляющие работы по ее формированию и коррекции, которые носят универсальный характер.

Связные речевые высказывания реализуются в разных формах и жанрах. По степени самостоятельности их можно условно классифицировать на репродуктивные, или вторичные, тексты, т.е. имеющие в своей основе текст, принадлежащий другому автору, и самостоятельно созданные тексты.

Общий алгоритм применения поликодовых текстов в логопедической коррекции связной речи на примере работы над пересказом выглядит следующим образом.

Пересказ – это осмысленное воспроизведение литературного образца в устной речи. При пересказе передается готовое авторское содержание и заимствуются готовые речевые формы. В основе пересказа

лежат такие навыки и умения, как: концентрация внимания, понимание основного содержания высказывания (умение выделять главное и второстепенное; устанавливать причинно-следственные связи); умение систематизировать и структурировать информацию; достаточный уровень образной и логической памяти; способность построить программу высказывания; собственное владение средствами импрессивной и экспрессивной речи.

Опыт экспериментальной работы авторов статьи позволил заключить, что тексты, имеющие поликодовую основу, целесообразно использовать уже на этапе подготовки к пересказу, когда усилия ребенка сосредоточены на понимании и запоминании авторского текста. Поскольку в основе понимания лежит наитеснейшая связь языковых и когнитивных компонентов речемыслительной деятельности, дефицит которых отмечается у детей с ОНР, то монокодовые тексты малоэффективны [14]. Важными для настоящего исследования являются результаты А.Г. Сониной, который установил, что семантический анализ изобразительной составляющей начинается раньше, чем семантический анализ вербальной составляющей. При этом, чем обильнее проиллюстрирован текст, тем сильнее сказывается положительный эффект от использования иллюстративного материала [15, с. 22]. Аналогичные выводы получены в исследованиях Ю.А. Шулекиной, где показано, что дети дошкольного возраста с ОНР стабильно демонстрируют лучшее понимание и запоминание поликодового литературного текста по сравнению с монокодовым [13]. Кроме этого, невербальные компоненты поликодового текста содействуют формированию эмоционального отношения к содержанию текста, делают знакомство с ним более привлекательным для ребенка, а значит, менее энергозатратным.

В качестве конкретных вариантов поликодовых продуктов на этом этапе хорошо зарекомендовали себя комиксы и мультипликационные фильмы – как созданные для обычного употребления, так и целенаправленно разработанные специалистами для решения различных коррекционно-развивающих задач и представленные в свободном медиадоступе либо в качестве платного контента. Смысловая компрессия, содержащаяся в поликодовых текстах, содействует повышению качества понимания смысла текста.

На этом этапе могут применяться и отдельные элементы полимодальности. Например, работая с лексико-грамматической составляющей текста, в качестве приема

семантизации лексемы возможно использование загадок с ребусами-отгадками. При отработке основных грамматических категорий полезно включать картинки-схемы разной степени абстрагирования.

Для формирования у дошкольников понятий о структуре текста (начало, середина, конец) также могут быть полезными упражнения с применением поликодовых текстов. Так, в упражнении «Сложи картинку» на этапе первичного знакомства детей с текстом он иллюстрируется сюжетными картинками, между которыми стрелочками наглядно отражена последовательность текста. Далее картинки перемешивают, детям (ребенку) предлагают вспомнить и восстановить хронологию рассказа путем расположения сюжетных картинок в нужной последовательности: что было сначала, что в середине, а что в конце. Восстановленная серия картинок служит затем опорой для последующего самостоятельного воспроизведения текста. Более сложная версия этого упражнения под условным названием «Наведи порядок» имеет своей целью научить различать сюжеты разных рассказов и формировать понятия: начало, середина и конец текста. Реализация выглядит так: перед детьми раскладывают сначала одну серию сюжетных картинок (между картинками используются стрелочки) и читают рассказ. Аналогично ведут работу со второй серией сюжетных картинок. Далее две серии сюжетных картинок перемешивают, и дети получают инструкцию: «Вспомните первый рассказ и найдите к нему картинку, разложите их так: что было сначала, что потом и что в конце». Аналогично со вторым рассказом.

С целью повышения эффективности запоминания текста, обеспечения подробной или краткой программы будущего высказывания в материальной форме возможно применение мнемотехник, изобразительного моделирования, комиксов и т.п. При этом целесообразно не столько использовать готовые варианты мнемотехник и комиксов, сколько привлекать детей к их созданию. Участие воспитанников в изготовлении материализованных опор способствует более глубокому пониманию текста, а также лучшему его запоминанию.

Заключение

Таким образом, полученные эмпирические данные подтверждают наличие выраженных недостатков продуцирования связанных высказываний у детей дошкольного возраста с ОНР. При этом у части дошкольников проявления данной недостаточности обусловлены дефицитностью язы-

ковых средств оформления высказываний, а другой части эти дефициты усугубляются трудностями внутреннего программирования высказывания.

Применение поликодовых текстов, в которых информация передается посредством разнообразных полимодальных семиотических средств, имеет достаточно высокий коррекционный потенциал в работе с дошкольниками с ОНР, в целом способствует расширению кругозора и обогащению личного опыта детей, содействует реализации комплексного подхода, не только обеспечивает работу над умениями языкового оформления связных высказываний, но и создает условия для развития всех когнитивных процессов, прежде всего, мышления, что обеспечивает формирование психологических механизмов внутреннего планирования связного высказывания и его внешней реализации в экспрессивной речи.

Поликодовость способствует декодированию смыслового наполнения текста, что облегчает понимание детьми его смыслового содержания; благодаря полимодальным стимулам дети легче осознают структурную (композиционную) организацию текста, они же выступают в качестве наглядной основы для воспроизведения исходного текста при пересказе и составлении самостоятельного высказывания, обеспечивая личностно значимую мотивацию для его речепорождения.

Список литературы

1. Лахмоткина В.И., Ястребова Л.А. Педагогические аспекты формирования связной речи в контексте психологических и психолингвистических исследований // Проблемы современного педагогического образования. 2020. № 66-2. С. 204-208. URL: <https://gra.cfuv.ru/attachments/article/4601/Выпуск%2066%20часть%202,%202020%20год.pdf> (дата обращения: 17.02.2025).
2. Выдающиеся учёные Психологического института: Н.И. Жинкин, Ю.Б. Некрасова, Н.С. Лейтес / Ред.-сост. и автор предисловия Н.Л. Карпова. М.: ПИ РАО, РШБА, 2021. 400 с. URL: https://psy.su/content/files/Zhinkin_Nekrasova_Leites.pdf (дата обращения: 17.02.2025).
3. Корнев А.Н., Балчиониене И. Влияние жанра устного дискурса на распределение лексических и грамматических ошибок у детей 6 лет с первичным недоразвитием речи // Специальное образование. 2023. № 1 (69). С. 90–103. DOI: 10.26170/1999-6993_2023_01_08.
4. Кобзева Е.В. Поликодовый текст как объект филологического анализа // Известия Волгоградского государственного педагогического университета. 2017. № 10 (123). С. 58-62. URL: <http://izvestia.vspu.ru/files/publics/123/58-62.pdf> (дата обращения: 17.02.2025).
5. Новоспаская Н.В., Дугалич Н.М. Терминосистема теории поликодовых текстов // Русистика. 2022. Т. 20, № 3. С. 298–311. DOI: 10.22363/2618-8163-2022-20-3-298-311.
6. Каштанова С.Н., Дружинина М.И. Использование поликодовых текстов в развитии и коррекции связной речи у дошкольников с общим недоразвитием речи // Проблемы современного педагогического образования. 2022. № 76-4. С. 155-158. URL: <https://gra.cfuv.ru/attachments/article/5598/Выпуск%2076%20часть%204,%202022%20год.pdf> (дата обращения: 17.02.2025).
7. Глухов В.П. Методика формирования навыков связных высказываний у дошкольников с общим недоразвитием речи. М.: Юрайт, 2025. 237 с. URL: <https://urait.ru/bcode/564928> (дата обращения: 03.02.2025).
8. Корнев А.Н., Балчиониене И., Вишонкина А.А. Особенности овладения жанровым репертуаром устного дискурса у детей 4-6 лет с первичным недоразвитием речи и их сверстников с нормой развития // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Теория языка. Семиотика. Семантика. 2023. Т. 14, № 4. С. 1067–1090. DOI: 10.22363/2313-2299-2023-14-4-1067-1090.
9. Прокофьева Л.П. Синестезия в современной научной парадигме // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Филология. Журналистика. 2010. Т. 10, № 1. С. 3–10. DOI: 10.18500/1817-7115-2010-10-1-3-10.
10. Мурашова И.Ю. Исследование полимодального восприятия у обучающихся с разными характеристиками речевого развития // Международный научно-исследовательский журнал. 2024. №5 (143). URL: <https://research-journal.org/archive/5-143-2024-may/10.60797/IRJ.2024.143.8> (дата обращения: 17.03.2025). DOI: 10.60797/IRJ.2024.143.8.
11. Черняковская В.Е. Медиальный поворот в лингвистике: поликодовые и гибридные тексты // Вестник ИГЛУ. 2013. С. 122–127. URL: https://www.researchgate.net/publication/333661837_Medialnyj_povorot_v_lingvistike_polikodovye_i_gibridnye_teksty_vestnik_irkutskogo_gosudarstvennogo_lingvisticeskogo_universiteta_2013_2_23_S_12-127 (дата обращения: 17.02.2025).
12. Кравцова К.А. Психологические условия формирования способности старшего дошкольника к наглядному моделированию: автореф. дис. ... канд. психол. наук. Самара: ПГСГА, 2011. 21 с. URL: <https://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/handle/net/111404/0-789891.pdf;jsessionid=FE01C6987DBBA98B72674C2EBB8CC2C0?sequence=1> (дата обращения: 17.02.2025).
13. Шулекина Ю.А. Понимание поликодовых текстов детьми дошкольного возраста // Системная психология и социология. 2018. № 1 (25). С. 36–44. URL: [https://systempsychology.ru/J-rus/Vol25/Sist%20psixologiya%202018%201%20\(25\).pdf](https://systempsychology.ru/J-rus/Vol25/Sist%20psixologiya%202018%201%20(25).pdf) (дата обращения: 17.02.2025).
14. Валявко С.М., Шулекина Ю.А. Изучение смыслового восприятия логико-грамматических конструкций старшими дошкольниками // Специальное образование. 2016. № 1(41). С. 38–51. URL: <http://elar.uspu.ru/bitstream/uspu/2871/1/speo-2016-01-04.pdf> (дата обращения: 17.02.2025).
15. Сонин А.Г. Моделирование механизмов понимания поликодовых текстов: автореф. дис. ... докт. филол. наук. Москва: МГЛУ, 2006. 48 с. URL: <https://www.dissertat.com/content/modelirovanie-mekhanizmov-ponimaniya-polikodovykh-tekstov> (дата обращения: 17.02.2025).

УДК 378.147
DOI 10.17513/snt.40334

СПЕЦИАЛЬНОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАК СРЕДСТВО ФОРМИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ СТУДЕНТОВ-МУЗЫКАНТОВ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Савельева И.П., Хазеева И.Н., Швецова О.Ю., Пицына А.А., Фархутдинова С.Г.

*ФГБОУ ВО «Нижневартковский государственный университет», Нижневартовск,
e-mail: ms.savel1973@mail.ru*

Творческая и исполнительская деятельность педагогов-музыкантов – это профессиональная сфера с достаточно консервативными методами и приемами, используемыми в процессе обучения. Однако современные реалии повсеместно вносят коррективы в педагогический процесс, что выражается в активном применении различных программных продуктов, как в традиционном, так и в дистанционном формате. Авторы статьи ставят своей целью выявление роли специального программного обеспечения в процессе формирования информационно-коммуникационной компетентности. В ходе работы были использованы количественные и качественные методы (факторный анализ, методы статистической обработки, наблюдение, изучение продуктов деятельности, прогнозирование). Для достижения поставленной цели были изучены подходы к понятиям «цифровые технологии», «программное обеспечение», «информационно-коммуникационные технологии», проанализирован международный и отечественный опыт практической деятельности в области музыкально-компьютерных технологий, определено состояние научного знания по исследуемой проблеме, разработаны основные методологические характеристики. В процессе исследования авторами были выявлены критерии оценки информационно-коммуникационной компетентности бакалавра музыкального образования, определены практические задания, направленные на развитие информационно-коммуникационной компетентности, проанализирована целесообразность использования специального программного обеспечения (MuseScore, музыкальный редактор Steinberg Cubase) в практической деятельности будущих учителей музыки. Предложенные подходы могут найти свое применение в учебных курсах студентов-музыкантов, связанных со специальным программным обеспечением, в практической деятельности музыкантов-практиков детских дошкольных учреждений, детских школ искусств, детских музыкальных школ, учреждений культуры.

Ключевые слова: информационно-коммуникационная компетентность, цифровые технологии, музыкальное образование, компьютерные технологии, специальное программное обеспечение MuseScore, специальное программное обеспечение Steinberg Cubase

THE ROLE OF SPECIAL SOFTWARE IN THE PROCESS OF FORMING THE INFORMATION AND COMMUNICATION COMPETENCE OF MUSIC STUDENTS: PROBLEMS AND PROSPECTS

Saveleva I.P., Khazeeva I.N., Shvetsova O.Yu., Pitsyna A.A., Farkhutdinova S.G.

Nizhnevartovsk State University, Nizhnevartovsk, e-mail: ms.savel1973@mail.ru

The creative and performing activities of musical educators are a professional field, with fairly conservative methods and techniques used in the learning process. However, modern realities everywhere make adjustments to the pedagogical process, which is reflected in the active use of various software products, both in the traditional format and in remote. The authors of the article aim to identify the role of special software in the process of information and communication competence formation. In the course of the work, quantitative and qualitative methods were used (factor analysis, statistical processing methods, observation, product study, forecasting). To achieve this goal, approaches to the concept of digital technologies, software, information and communication technologies were studied, international and domestic practical experience in the field of music and computer technologies was analyzed. The state of scientific knowledge on the problem under study has been determined, and the main methodological characteristics have been developed. In the course of the research, the authors identified criteria for assessing the information and communication competence of a bachelor of music education, identified practical tasks aimed at developing information and communication competence, and analyzed the feasibility of using special software (MuseScore, Steinberg Cubase music editor) in the practical activities of future music teachers. The proposed approaches can be applied in music students' training courses related to special software, in the practical activities of musicians practicing in preschool institutions, children's art schools, children's music schools, cultural institutions.

Keywords: information and communication competence, digital technologies, music education, computer technologies, special software MuseScore, special software Steinberg Cubase

Введение

Информационно-коммуникационные технологии стали неотъемлемой частью актуальной реальности. Профессиональные качества современного специалиста заклю-

чаются в способности к исследовательским и проектировочным моделям мышления прогностически мыслящего индивида, готового к инновационным цифровым технологиям хранения и обработки информации,

способного использовать технологизацию обучения в дидактических целях.

Цифровые технологии в музыке являются одним из актуальнейших вопросов модернизированного высшего образования. Цифровая трансформация проникла и в сферы художественного образования. С начала нового тысячелетия терминология «музыкально-компьютерные технологии», «цифровые технологии в музыке» получила повсеместное применение. Изучением и внедрением цифровых музыкальных технологий в музыкальное образование занимаются: учебно-методическая лаборатория «Музыкально-компьютерные технологии» в РГПУ им. А.И. Герцена (г. Санкт-Петербург, Россия), на кафедре компьютерной музыки в РАМ им. Гнесиных (г. Москва, Россия), в научно-учебном центре МКТ Московской государственной консерватории им. П.И. Чайковского (г. Москва, Россия) [1, с. 295], институт исследований и координации акустики и музыки (IRCAM) при Центре имени Ж. Помпиду в Париже, SEMAMu (Centre d'Etudes Mathématiques et Automatique Musicales) в Париже, Центр компьютерных исследований музыки и акустики (CCRMA) Стенфордского университета, Центр музыкального эксперимента Калифорнийского университета в Сан-Диего [1, с. 211].

Компьютеризация музыкального образования находится в стадии активного изучения и внедрения в практику. Основополагающие понятия, используемые в данной работе, такие как цифровая грамотность, цифровые технологии, цифровые ресурсы, дистанционное образование, стали применяться в педагогических исследованиях во второй половине XX в., в работах А.А. Андреева, В.И. Солдаткина [2]. Была разработана концепция создания и развития единой системы дистанционного образования в России [3].

На данный момент такие понятия, как цифровая грамотность, цифровые технологии, воспринимаются в отечественных и зарубежных источниках неоднозначно. Американский профессор Генри Дженкинс цифровую грамотность определяет как способ транслирования и передачи информации, в котором его техническая сторона сопрягается с умением взаимодействовать с устройствами цифровой техники [4]. Термин «цифровая грамотность» в трудах отечественных исследователей определяется как совокупность следующих компонентов: информационная, компьютерная грамотность, медиаграмотность, коммуникативная грамотность и открытость к инновациям [5].

Основные направления и методы формирования информационно-коммуникационной компетентности педагогов музыки определены в работах И.Б. Горбуновой, А.А. Панковой [6], S. Dogan, N.A. Dogan, I. Celik [7], И.Н. Хазеевой, А.П. Ивойловой [8].

Многочисленные труды посвящены проблемам использования средств информационно-коммуникационных технологий в учебном процессе, например работы Е.Ю. Ключковой [9], А.А. Коновалова [10]. Анализируя литературу, можно отметить, что особенно большое внимание внедрению информационно-коммуникационных технологий возникло в период пандемии, когда остро встал вопрос об организации учебного процесса в условиях дистанционного и/или смешанного образования. Использование форм и методов смешанного обучения раскрывается в трудах M.H. Vo, C. Zhu, A.N. Diep [11], T.I. Golubeva, K.L. Ulanova, E.A. Kurenkova, N.K. Kuprina [12], D.A. Camlin, T. Lisboa [13].

Исследователи отмечают неоднозначность подходов к этой проблеме в музыкальном образовании в силу его специфики, так как остро стоит вопрос о балансе традиционного академического подхода и внедрении новейших цифровых продуктов в музыкальном образовании, особенно на предметах исполнительского цикла. Это отмечается в работах И.В. Арановской, Г.Б. Двойниной, Г.Г. Сибиряковой [14], И.П. Савельевой, К.Э. Голубева [15], T. Camacho Liñares, J. Rodríguez Rodríguez, M. Castro Rodríguez, D. Marín Suelves [16], где раскрываются возможности творческого потенциала при помощи программных продуктов. Использование цифровых технологий в музыкальном образовании освещено в работах И.Б. Горбуновой, Н.Н. Петровой [17], Д.А. Рытова [18].

Цель данного исследования – выявление роли специального программного обеспечения в процессе формирования информационно-коммуникационной компетентности студентов-музыкантов в рамках практического обучения.

Материалы и методы исследования

На первом этапе исследования, который проходил в начале 2023–2024 учебного года, с помощью работы группы студентов и педагогов-экспертов был составлен перечень характеристик, соответствующие модели информационно-коммуникационной компетентности учителя музыки, состоящей из следующих компонентов: ценностно-мотивационный, когнитивный, операционно-технологический и творческо-эстетический.

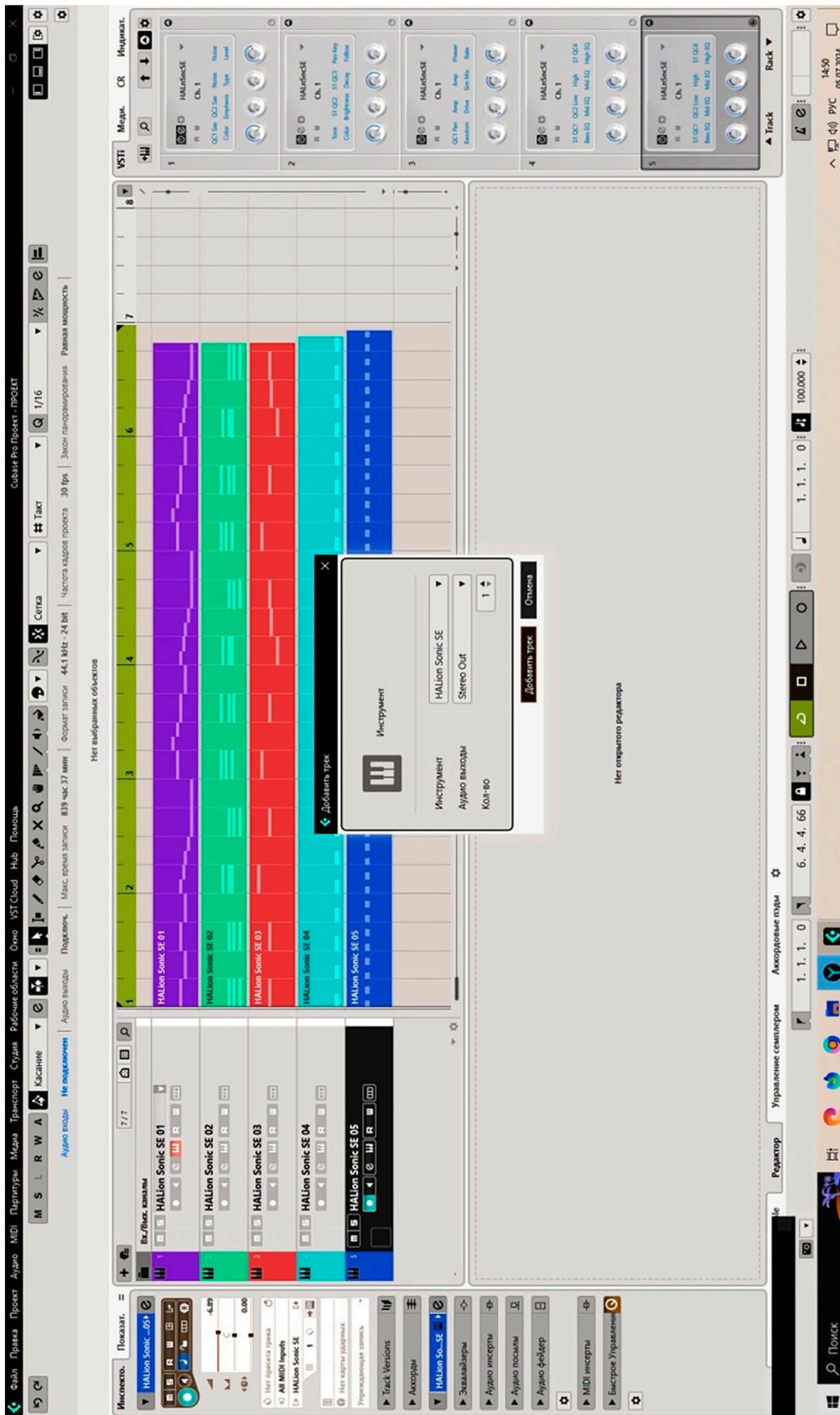


Рис. 1. Интерфейс Steinberg Cubase (добавление трека, дорожки, выбор музыкальных инструментов)
Источник: составлено авторами

The screenshot displays a music software interface with a score for the piece "Ёлочка (Маленькой ёлочке холодно зимой)" by M. Kravtsov. The score is arranged for four instruments: Alto Sax, Piano, Bass, and Drum Set. The Alto Sax part is in the treble clef, while the Piano, Bass, and Drum Set parts are in the bass clef. The software interface includes a top menu bar with options like "Файл", "Правка", "Вид", "Добавить", "Формат", "Преобразование", "Палитры", "Справка", and "Диагностика". Below the menu is a toolbar with various musical notation symbols. On the left side, there is a sidebar with a search bar and a list of categories such as "Линии", "Группировка", "Орнаментика для вокалиста", "Аккордон", "Семы грифа", "Аппликатуры", "Гитара", "Арфа", "Тремоло", "Арpeggio и глассандо", "Голосов ног", "Мелодии", "Дюжина и паузы", "Орнаментика", "Аколады", "Ключи", "Ключевые знаки", "Тактовые размеры", "Темп", "Высотность", "Знаки альтерации", "Динамика", "Штрихи", "Текст", "Клавиатура", "Повторы и перемены", "Тактовые черты", and "Макет". The score itself is centered on the screen, with the title "Ёлочка (Маленькой ёлочке холодно зимой)" and the composer's name "М. Кравцев" prominently displayed.

Рис. 2. Аранжировка музыкального произведения в Steinberg Cubase
Источник: составлено авторами

На втором этапе в конце 2023–2024 учебного года проводилось анкетирование студентов, результаты которых обрабатывались с помощью статистических методов. После чего была выявлена качественная оценка соответствия собственных знаний, умений и навыков в области информационно-коммуникационной компетентности.

С помощью факторного анализа было выявлено следующее. Одним из факторов информационно-коммуникационной компетентности учителя музыки является возможность использования продуктов цифрового контента на уроке музыки не только в качестве презентации материала, выполняющей иллюстративную функцию, но и использование их в творческой и исполнительской деятельности. Вторым фактором является преобладание консервативных представлений о возможности применения цифровых и дистанционных технологий в музыкальном образовании.

Для оценки формирования информационно-коммуникационной компетентности будущих педагогов-музыкантов авторами были разработаны специальные задания и критерии их оценивания, позволяющие выявить уровень знаний, умений и навыков владения специальным программным обеспечением. Данная оценка проводилась в рамках дисциплины «Компьютерные технологии в музыкальном образовании», предусмотренных учебным планом Нижегородского государственного университета. Для диагностики уровня сформированности информационно-коммуникационной компетентности было предложено использовать критерии оценки, которые

соответствовали целям освоения данной дисциплины. К методам измерения этих показателей был определен перечень оценочных средств, таких как доклад, тестирование, лабораторная работа, коллоквиум, собеседование, семинар, которые позволяли оценить комплекс знаний, умений и навыков области информационно-коммуникационной компетентности в процессе решения практических задач. Комплекс практических заданий состоял в наборе нотной хрестоматии в редакторе-нотаторе MuseScore, аранжировке музыкальных произведений из школьно-песенного репертуара по программе «Музыка» в музыкальном редакторе Steinberg Cubase и подготовке мультимедийного дидактического материала.

К комплексу заданий прилагался подробный алгоритм работы. Начальный этап работы предлагает выполнение аранжировки на заданную мелодию, в которой студент должен выбрать тональность, стиль, темп, гармоническую основу, набор музыкальных инструментов (рис. 1).

Следующий шаг предполагает корректировку набранных треков: мелодии – основной дорожки (зеленая), гармонической вертикали – пиано (розовая), бас-гитары (голубая), перкуссии бочка (красная), перкуссии хай-хэт (желтая), отраженных на рис. 2. Готовая аранжировка экспортируется в аудиофайл миди для сохранения.

Законченная аранжировка в нотной записи (как один из вариантов) может выглядеть как на рис. 2 (на примере музыкального произведения «Ёлочка», муз. М. Красева, сл. З. Александровой).

Таблица 1

Критерии оценки информационно-коммуникационной компетентности будущих педагогов-музыкантов в музыкальном редакторе Steinberg Cubase

№	Критерии оценки информационно-коммуникационной компетентности в музыкальном редакторе Steinberg Cubase
1.	Знает теорию создания электронной аранжировки (фонограммы) в музыкальном редакторе Steinberg Cubase и его возможности в области работы со звуковыми файлами, может показать и объяснить принцип работы в программе. Операции с проектом, компиляции, сборки проектов) и стандартный набор горячих клавиш программы. микшер для обработки дорожек (обрезка, обработка, выставление уровня громкости) и их соединение в программе (0–2 балла)
2.	Умеет создавать музыку и аранжировку (фонограмму) с оригинальным мелодическим рисунком, с применением звуковых эффектов, с интересной оркестровкой и со сложным гармоническим языком; копировать, вставлять, делать наложение, перестановку и склейку фрагментов, делать аналоговую запись, оцифровку звука в редакторе. Умеет при помощи микшера обрабатывать звуковые дорожки, сводить их, регулировать звуковой баланс, обрезать их в программе (0–2 балла)
3.	Владеет основными навыками для работы над музыкальной композицией: мелодическая линия, структура музыкального материала, оркестровка, звуковой баланс, способами записи (студийная или Live), микшированием записанного материала в редакторе Steinberg Cubase. Владеет умениями управления треками: добавление, импорт, удаление, экспорт, переименование, выбор, дублирование, отключение, установка времени трека, а также внешним инструментом для записи нот MIDI клавиатурой в программе (0–2 балла)

Источник: составлено авторами.

Таблица 2

Критерии оценки информационно-коммуникационной компетентности будущих педагогов-музыкантов в редакторе-нотаторе MuseScore

№	Критерии оценки информационно-коммуникационной компетентности в редакторе-нотаторе MuseScore
1.	Знает ключевые концепции и функционал, возможности, необходимые при работе с редактором-нотатором MuseScore. Знает принципы ввода нот и как их редактировать с помощью мышки, клавиатуры и MIDI клавиатуры, а также знает способы ввода вокального текста (0–2 балла)
2.	Умеет экспортировать из редактора-нотатора MuseScore в аудиотрек, чтобы его добавлять в качестве звуковой дорожки к видеоряду. Умеет воспроизвести звучание партитуры и разметить партитуру музыкальными терминами техники исполнения и динамическими обозначениями в редакторе-нотаторе. Умеет работать с плагином для настройки длительности музыкального фрагмента в редакторе-нотаторе MuseScore, все необходимые настройки делает самостоятельно (0–2 балла)
3.	Владеет основами записи нот для клавишных, для гитары и ударных и способами создания обозначений аккордов и реприз (в том числе 1 и 2 volta, De capo al fine, coda) в редакторе-нотаторе MuseScore. Владеет способами создания ключей и сменой тональности, способами ввода более сложных нот, в том числе связующих лиг, фразировочных и текста в редакторе-нотаторе. Владеет цифровым инструментарием для создания нотной хрестоматии в редакторе-нотаторе MuseScore и ее презентации, хрестоматия представлена в полном объеме (0–2 балла)

Источник: составлено авторами.

Таблица 3

Сравнительные результаты сформированности информационно-коммуникационной компетентности будущих педагогов-музыкантов

Уровень освоения на первом этапе		Результат первого этапа измерения в %	Результат итогового измерения в %
Допустимый	Характеризуется наличием у студентов необходимых умений использования определенных информационных инструментов, коммуникационных технологий и возможностью их применения в будущей педагогической деятельности; владением специальными программами звукозаписи и нотного редактора; осуществлением образовательного взаимодействия в информационном пространстве; формированием собственного портфолио; проектированием и организацией учебной деятельности с использованием информационно-коммуникационной компетентности	35	12
Достаточный	Характеризуется умением использования студентами различных информационных инструментов, коммуникационных технологий и навыками их применения в будущей педагогической деятельности; владением специальными программами звукозаписи и нотного редактора; осуществлением образовательного взаимодействия в информационном пространстве; формированием собственного портфолио; проектированием и организацией учебной деятельности с использованием ИКТ	41	35
Оптимальный	Характеризуется уверенным использованием студентами различных информационных инструментов, коммуникационных технологий и навыками их применения в будущей педагогической деятельности; владением специальными программами звукозаписи и нотного редактора; осуществлением образовательного взаимодействия в информационном пространстве; формированием собственного портфолио; проектированием и организацией учебной деятельности с использованием ИКТ	24	53

Источник: составлено авторами.

Результаты исследования и их обсуждение

Первый этап измерений информационно-коммуникационной компетентности проводился после первого семестра изучения дисциплины. Итоговое измерение было проведено в конце учебного года.

В табл. 1 представлены критерии для оценки информационной компетентности педагогов-музыкантов в музыкальном редакторе Steinberg Cubase.

В табл. 2 представлены критерии для оценки информационной компетентности педагогов-музыкантов в редакторе-нотаторе MuseScore.

Сравнительные результаты сформированности информационно-коммуникационной компетентности будущих педагогов-музыкантов представлены в табл. 3.

Данный графический материал наглядно показывает поэтапное формирование уровней освоения студентами специального программного обеспечения и демонстрирует начальный этап сформированности информационно-коммуникационной компетентности на примере программ редактор-нотатор MuseScore, музыкальный редактор Steinberg Cubase и положительную динамику освоения данных программ студентами в конце обучения.

Заключение

Значимость информационно-коммуникационной компетентности в современном музыкальном образовании неоспорима. Цифровые, в том числе дистанционные, технологии видоизменяют учебный процесс в целом и активно влияют на музыкально-педагогические методы и организационные формы учебной деятельности в частности.

Этот процесс на современном этапе имеет особенности:

– преимущества обусловлены отсутствием временных рамок, обширными возможностями использования мультимедиа, возможностью стимулирования развития информационной компетентности как основы дальнейшей профессиональной деятельности, обеспечение самоконтроля усвоения знаний;

– к сдерживающим факторам относится: потребность в оптимальном уровне информационной грамотности, самоорганизации, необходимость владения современными техническими средствами.

Авторами статьи разработан технологический инструментарий в освоении специального программного обеспечения, что позволяет студентам самостоятельно реализовывать практические навыки в освоении

программ (редактор-нотатор MuseScore, музыкальный редактор Steinberg Cubase). Навыки, приобретенные в процессе овладения специальными программными продуктами, можно использовать на многих дисциплинах профессионального блока. Например, в рамках дисциплины «Хороведение и хоровая аранжировка» требуется написание переложений для различных составов хора на платформе MuseScore. В рамках дисциплины «Методика работы с детским вокально-хоровым коллективом» студенты должны составить нотные хрестоматии для детского хора младшего, среднего и старшего возраста. В рамках «Методики обучения и воспитания» и других исполнительских дисциплин предлагаются задания на написание фонограмм для детского репертуара, создание кавер-версий на популярные детские песни и т.д. Таким образом, у студентов формируется целое портфолио методического, прикладного характера.

Данные платформы являются достаточно универсальными для работы как в индивидуальном порядке, так и в малых группах. Новый инструментарий стимулирует творческую активность студентов, адаптирует к процессам информатизации в образовательном пространстве.

Список литературы

1. Горбунова И.Б., Помазенкова М.С., Товпич И.О. Планшетные и музыкально-компьютерные технологии в системе профессионального музыкального образования // Теория и практика общественного развития. 2015. № 8. С. 211–220. URL: http://teoria-practica.ru/rus/files/arhiv_zhurnala/2015/8/pedagogics/gorbunova-pomazenkova-tovpich.pdf (дата обращения: 11.12.2024).
2. Андреев А.А., Солдаткин В.И. Дистанционное обучение: сущность, технология, организация. М.: МЭСИ, 1999. 196 с.
3. Статья 16. Реализация образовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий // Закон об образовании РФ. [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/70291362/7a58987b486424ad79b62aa427dab1df/> (дата обращения: 02.12.2024).
4. Jenkins N., Clinton K., Purushotma R., Alice J. Robison, Weigel M. Confronting the Challenges of Participatory Culture: Media Education for the 21st Century. Chicago: MacArthur. 2006. 72 p. [Электронный журнал]. URL: https://clalliance.org/wp-content/uploads/files/Confronting_the_Challenges.pdf (дата обращения: 02.12.2024).
5. Аймалетдинов Т.А., Баймуратова Л.Р., Зайцева О.А., Имаева Г.Р., Спиридонова Л.В. Цифровая грамотность российских педагогов. Готовность к использованию цифровых технологий в учебном процессе. Аналитический центр НАФИ. М.: Издательство НАФИ, 2019. 84 с.
6. Горбунова И.Б., Панкова А.А. Комплекс образовательных дисциплин информационной подготовки педагогов-музыкантов: структура, содержание, принципы формирования // Теория и практика общественного развития. Серия: Педагогические науки, 2015. № 18. С. 287–291. URL: http://teoria-practica.ru/rus/files/arhiv_zhurnala/2015/18/pedagogics/gorbunova-pankova.pdf (дата обращения: 23.12.2024).

7. Dogan S., Dogan N.A., Celik I. Teachers' skills to integrate technology in education: Two path models explaining instructional and application software use // *Educ Inf Technol*. 2021. Vol. 26. P. 1311–1332. DOI: 10.1007/s10639-020-10310-4.
8. Хазеева И.Н., Ивойлова А.П. Модель комплексной информационной подготовки будущих педагогов-музыкантов // *Культура, наука, образование: проблемы и перспективы: материалы VI международной научно-практической конференции (Нижегородск, 13–15 февраля 2017 г.)*. С. 224–227. URL: https://konference.nvsu.ru/konffiles/320/Kultura.%20nauka_konf_chast1.pdf (дата обращения: 02.02.2025).
9. Ключкова Е.Ю. Информационные технологии в структуре музыкального образования // *Современные проблемы науки и образования*. 2015. № 3. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=19703> (дата обращения: 01.02.2025).
10. Коновалов А.А., Буторина Н.И. Цифровые технологии в музыкальном образовании: учебное пособие. Екатеринбург: РГППУ, 2022. 158 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://e.lanbook.com/book/332801> (дата обращения: 01.02.2025).
11. Vo M.H., Zhu C., Diep A.N. The effect of blended learning on student performance at course-level in higher education: A meta-analysis. *Studies in Educational Evaluation*. 2017. Vol. 53. P. 17–28. DOI: 10.1016/j.stueduc.2017.01.002.
12. Golubeva T.I., Ulanova K.L., Kurenkova E.A., Kuprina N.K., Shvetsova O.Y., Dmitriev V.A. Video Conferencing And Webinars: Integration of Online Tools in Traditional Forms of Educational And Scientific Activities // *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*. 2020. Vol. 9 (4) P. 4235–4240. DOI: 10.30534/ijatcse/2020/10942020.
13. Camlin D.A., Lisboa T. The digital 'turn' in music education (editorial) // *Music Education Research*. 2021. Vol. 23 (2). P. 129–138. DOI: 10.1080/14613808.2021.1908792.
14. Арановская И.В., Двойнина Г.Б., Сибирякова Г.Г. Роль информационно-компьютерных технологий в современной практике инструментально-исполнительской подготовки педагогов-музыкантов в вузе // *Современная наука: Актуальные проблемы теории и практики*. Серия: Гуманитарные науки. 2019. № 8 (2). С. 21–27. URL: <http://www.nauteh-journal.ru/files/a0f283b5-78a3-4244-8701-5e80e23f0c56> (дата обращения: 11.12.2024).
15. Савельева И.П., Голубев К.Э. Использование интерактивных информационных технологий в деятельности педагога-музыканта // *Мир педагогики и психологии*. 2024. № 4 (93). URL: <https://scipress.ru/pedagogy/articles/ispolzovanie-interaktivnykh-informatsionnykh-tekhnologij-v-deyatelnosti-pedagoga-muzykanta.html> (дата обращения: 02.12.2024).
16. Saamaño Liñares T., Rodríguez Rodríguez J., Castro Rodríguez M., Marín Suelves D. Digital didactic resources and music: mapping the last decade of research // *Music Education Research*. 2023. Vol. 25 (1). P. 1–16. DOI: 10.1080/14613808.2023.2244520.
17. Горбунова И.Б., Петрова Н.Н. Цифровой инструментарий в системе современного музыкально-художественного образования // *Мир науки, культуры, образования*. 2019. № 6 (79). С. 367–370. DOI: 10.24411/1991-5497-2019-10161.
18. Рытов Д.А. Цифровые образовательные ресурсы в подготовке музыканта-исполнителя // *Вестник Санкт-Петербургского государственного института культуры*. 2019. № 3 (40). С. 135–139. DOI: 10.30725/2619-0303-2019-3-135-139.

УДК 373.1
DOI 10.17513/snt.40335

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ИНКЛЮЗИВНОМ ОБРАЗОВАНИИ ШКОЛ ГОРОДА ЕКАТЕРИНБУРГА

Сулимин В.В., Шведов В.В.

*ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»,
Екатеринбург, e-mail: ctig.usue@mail.ru*

В условиях активного развития цифровой экономики и глобальной цифровизации системы образования вопрос об эффективном применении современных информационно-коммуникационных технологий в инклюзивной среде приобретает особую актуальность. Данная статья посвящена проблеме внедрения цифровых технологий в инклюзивное образование школ города Екатеринбурга. Её цель – выявить возможности применения современных информационно-коммуникационных средств и определить основные барьеры, препятствующие эффективной интеграции информационно-коммуникационных технологий в работу с детьми с особыми образовательными потребностями. Материалом исследования послужил опрос учителей и родителей, проведённый методом анкетирования на базе Института цифровой экономики и права. В ходе анализа полученных данных определены основные направления использования цифровых инструментов, выявлена неоднородность их применения в школах, а также зафиксированы факторы, влияющие на готовность педагогов и родителей к цифровой трансформации (недостаток финансирования, низкая компьютерная грамотность, слабая методическая поддержка). Проведённое исследование показывает, что цифровые решения могут повысить доступность и гибкость обучения, способствуя социализации и академической успеваемости детей с ограниченными возможностями здоровья. Однако для достижения устойчивого результата необходим комплексный подход, включающий повышение квалификации педагогов и родителей, обновление материально-технической базы и организацию постоянного мониторинга эффективности. Это позволит укрепить инклюзивные практики, сделать их более доступными и обеспечить равные образовательные возможности для каждого ребёнка.

Ключевые слова: инклюзивное образование, цифровизация, Екатеринбург, ИКТ, дистанционное обучение, цифровые технологии, адаптивные приложения

POSSIBILITIES OF USING DIGITAL TECHNOLOGIES IN INCLUSIVE EDUCATION IN SCHOOLS OF THE CITY OF EKATERINBURG

Sulimin V.V., Shvedov V.V.

Ural State Economic University, Ekaterinburg, e-mail: ctig.usue@mail.ru

In the context of the active development of the digital economy and global digitalization of the education system, the issue of the effective use of modern information and communication technologies in an inclusive environment is becoming especially relevant. This article is devoted to the problem of introducing digital technologies into inclusive education in Yekaterinburg schools. Its goal is to identify the possibilities of using modern information and communication tools and determine the main barriers to the effective integration of information and communication technologies in working with children with special educational needs. The study was based on a survey of teachers and parents conducted using the questionnaire method at the Institute of Digital Economy and Law. During the analysis of the data obtained, the main areas of using digital tools were determined, the heterogeneity of their use in schools was revealed, and factors influencing the readiness of teachers and parents for digital transformation (lack of funding, low computer literacy, weak methodological support) were recorded. The study shows that digital solutions can increase the accessibility and flexibility of learning, promoting the socialization and academic performance of children with disabilities. However, to achieve sustainable results, a comprehensive approach is needed, including advanced training for teachers and parents, updating the material and technical base and organizing continuous monitoring of effectiveness. This will strengthen inclusive practices, make them more accessible and ensure equal educational opportunities for every child.

Keywords: inclusive education, digitalization, Yekaterinburg, digital technologies, ICT, distance learning, adaptive applications

Введение

Инклюзивное образование обеспечивает равный доступ к качественным знаниям всем детям, включая тех, у кого есть особые образовательные потребности. Оно предполагает адаптацию учебной среды к индивидуальным особенностям каждого ребёнка при обязательной социальной и психолого-педагогической поддержке. Стремительная цифровизация образования даёт новые воз-

можности для совершенствования инклюзивной практики. Компьютеры, планшеты, интерактивные доски, специализированное программное обеспечение (ПО) и интернет-платформы всё чаще применяются как в массовых, так и в коррекционных программах, стимулируя развитие гибких условий обучения. Цифровые решения учитывают зрительные, слуховые и моторные ограничения с помощью адаптированных

интерфейсов, экранных увеличителей, распознавания речи и синтеза голоса, а также позволяют создавать индивидуальные образовательные маршруты с круглосуточным доступом к материалам.

Дистанционные и смешанные форматы ещё больше расширяют возможности: дети с ограничениями по здоровью или мобильности могут продолжать учёбу, не прерываясь. В Екатеринбурге реализуется ряд цифровых инициатив и создаются ресурсные центры, однако успех зависит от финансирования, квалификации кадров и общественной готовности к инновациям. Сами школы сильно различаются в уровне оснащения, а родители нередко по-разному оценивают воздействие гаджетов на развитие ребёнка. Всё это требует комплексного плана, учитывающего и материально-техническую базу, и методическую поддержку, и готовность участников к эффективному использованию цифровых инструментов в инклюзивном процессе.

Значительный интерес к применению современных технологий в образовании отражён в ряде зарубежных и отечественных исследований. Так, Karagianni E. и Drigas A. обращают внимание на необходимость новых образовательных подходов для студентов с особыми потребностями и указывают на высокую эффективность когнитивных тренажёров и онлайн-ресурсов [1]. Важно также упомянуть работу Derbissalova G. и её коллег, которые исследовали мультимедийные приложения в коррекционной педагогике, подчеркивая их значение в развитии познавательных процессов у детей с интеллектуальными нарушениями [2]. Salas-Pilco S.Z., Yang Y. и Van Aalst J. делают акцент на социокультурных аспектах внедрения новых технологий, предлагая использовать их для создания более разнообразной и инклюзивной образовательной среды [3]. В российских исследованиях Бельский В.Ю. и соавторы анализируют влияние цифровых технологий на образовательную систему и философские предпосылки их внедрения, раскрывая противоречия между традиционными и инновационными подходами [4]. Ахметова и её коллеги рассматривают точки соприкосновения цифровизации и инклюзивного образования, указывая на важность сетевых сообществ и обмена опытом среди педагогов [5]. Плотичкина Н.В., Морозова Е.В. и Мирошник И.В. уделяют большое внимание политике расширения доступа к цифровым инструментам, сопоставляя опыт Европы и России [6]. Между тем Попов Д.С., Стрельникова А.В. и Григорьева Е.А. пишут о «факторах риска» при цифровизации средней школы, отмечая, что резкое внедрение

технологий может вызывать перегрузку педагогов и недостаточную подготовленность учебных программ [7].

Капиева К.Р. и соавторы направляют своё исследование на развитие методического сопровождения профессионального роста педагогов инклюзивного образования, демонстрируя потенциальные модели интеграции цифровых технологий [8]. Горяйнова А.Р. и Ярская-Смирнова Е.Р. акцентируют внимание на общественном мнении и инсайдерском опыте, подчёркивая роль отношения коллег, родителей и общества в целом к инклюзии [9]. Голодов Е.А. и коллеги уделяют особое внимание профессиональным дефицитам педагогов в области ИКТ-компетенций, подчёркивая, что цифровая трансформация нередко проходит без должной поддержки учительского корпуса [10]. В некоторых исследованиях авторы отмечают использование нейротехнологий и роботов в образовательном диалоге, видя в них перспективное направление цифровизации, способное поддерживать учащихся с особыми потребностями [11; 12], в том числе в столичных школах [13]. Уваров А.Ю., Швецова Л.Н. и Ушакова Н.А., раскрывая идею «идеальной школы», указывают на системное применение технологий с ориентацией на индивидуальные запросы каждого ученика, включая тех, кто нуждается в особом подходе [14; 15]. Все работы подчёркивают важность комплексного внедрения ИКТ, развития методической базы и учёта индивидуальных потребностей, чтобы цифровизация действительно повышала качество инклюзивного образования.

Таким образом, современная научная литература, как зарубежная, так и отечественная, демонстрирует многообразие подходов к цифровизации образования и подчёркивает не только возможности, но и риски при внедрении технологий в инклюзивную среду. Проблематика вариативна: от технической оснащённости и методических аспектов до социальных и психологических вопросов, связанных с принятием новых инструментов. Опыт разных исследователей позволяет сформировать более целостное представление о том, как именно цифровые решения могут повысить эффективность инклюзивного обучения и какие условия необходимы для оптимального результата.

Целью исследования является выявление и анализ возможностей применения цифровых технологий в инклюзивном образовании школ города Екатеринбурга, а также определение основных барьеров, которые препятствуют эффективной интеграции информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) в образовательную

среду для детей с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ).

Материалы и методы исследования

Основным эмпирическим материалом для исследования послужили данные опроса, созданного с целью определения отношения учителей и родителей школ Екатеринбурга к применению цифровых технологий в контексте инклюзивного образования. Опрос включал 50 вопросов, из которых 30 были посвящены общим аспектам инклюзии, а 20 затрагивали возможности и барьеры цифровизации инклюзивного обучения. Полный текст опроса доступен на сайте Института цифровой экономики и права: <https://ide-rus.ru/opros2025>.

Распространение анкеты осуществлялось посредством e-mail-рассылки сотрудниками Института цифровой экономики и права, а также через их официальный сайт. Всего в опросе приняли участие 1154 респондента, среди которых были как учителя различных образовательных учреждений, так и родители, чьи дети обучаются в инклюзивных классах. Сбор данных проводился с 15 января по 15 февраля 2025 года. Обработку полученных ответов осуществляли с помощью статистических методов описательного анализа (подсчёт частот, процентных долей), а также частичной группировки респондентов по ряду признаков (степень familiarity с инклюзией, интенсивность использования ИКТ и т. п.). В ходе исследования были также применены методы контент-анализа открытых комментариев, что позволило глубже понять мотивы и потенциальные опасения участников опроса. Результаты интерпретировались в соответствии с теоретическими положениями современной инклюзивной педагогики и концепциями цифровой трансформации.

Результаты исследования и их обсуждение

В целом, в практике инклюзивного образования активно задействуются несколько типов цифровых решений, каждое из которых направлено на облегчение обучающего процесса для детей с особыми образовательными потребностями. Во-первых, это специализированное оборудование, включающее интерактивные доски, мультимедийные проекторы, планшеты и ноутбуки с адаптированным интерфейсом. Во-вторых, используются обучающие приложения и платформы, в том числе программы для коррекции речи, ментальных навыков, а также системы для синтеза и распознавания речи. В-третьих, распространено применение дистанционных форм обучения

и смешанных моделей, основанных на цифровых коммуникациях, видеоконференциях и электронных курсах. Все эти инструменты могут быть интегрированы в общий образовательный процесс, помогая учителям более эффективно работать с разнородными группами детей.

Примечательно, что многие школы Екатеринбурга уже внедряют базовые элементы цифровизации: электронные журналы, онлайн-тестирование, интерактивные уроки. Однако для инклюзивной среды важна не просто цифровая форма обучения, а её адаптивная составляющая, позволяющая учитывать конкретные виды нарушений и разную динамику освоения материала. Именно здесь актуальны программы, обладающие гибкими настройками для изменения размера шрифтов, контрастности экрана, наличия голосового сопровождения или субтитров. Кроме того, дети с опорными нарушениями или трудностями в передвижении могут получать задания дистанционно, не пропуская важные темы. Таким образом, цифровые технологии не только поддерживают инклюзию, но и расширяют спектр образовательных сервисов.

В качестве обобщения можно представить следующую таблицу, отражающую наиболее часто упоминаемые виды цифровых технологий, которые уже находят применение в инклюзивном образовательном процессе Екатеринбурга (табл. 1).

Как следует из таблицы, спектр используемых технологий достаточно широк. Однако по результатам опроса можно увидеть, что степень их внедрения и частота применения сильно различаются от одной школы к другой. В некоторых образовательных учреждениях уже существуют рабочие практики, подкреплённые методическими рекомендациями, а где-то педагоги только начинают осваивать базовые инструменты. Для иллюстрации масштабов и тенденций авторы использовали обобщённые данные опроса, представленные в десяти таблицах. Каждая таблица отражает разные аспекты отношения респондентов к инклюзивному образованию и цифровым технологиям.

Представим итоги проведённого опроса, в котором приняли участие 1154 респондента (учителя и родители школ города Екатеринбурга). Опрос состоял из 50 вопросов, разделённых на два блока: 30 вопросов об общих аспектах инклюзии и 20 вопросов, посвящённых возможностям и ограничениям цифровых технологий. Ниже приводится подробный анализ результатов в виде таблиц, каждая из которых отражает определённый аспект отношения респондентов к инклюзивному образованию и цифровизации (табл. 2-7).

Таблица 1

Основные цифровые технологии, используемые в инклюзивном образовании

Тип технологии	Описание	Пример использования
Специализированное оборудование	Интерактивные доски, компьютеры, планшеты, ноутбуки с адаптированным ПО	Создание условий для визуальной поддержки занятий
Обучающие приложения и платформы	Программы и сайты для коррекции речи, социализации, развития когнитивных навыков	Индивидуальные тренажёры для детей с ОВЗ
Системы синтеза/распознавания речи	ПО для автоматического преобразования текста в речь и наоборот	Коммуникация с глухими и слабослышащими учениками
Дистанционные и смешанные форматы	Онлайн-видеоконференции, платформы для обмена заданиями и материалами	Работа с детьми на реабилитации или с трудностями в движении
Интерактивные курсы и электронные библиотеки	Цифровой контент, доступный 24/7 для самостоятельного изучения	Расширение индивидуальных образовательных маршрутов

Примечание: составлено авторами.

Таблица 2

Степень осведомленности о принципах инклюзивного образования

Вариант ответа	Число респондентов	%
А) Очень хорошо знаком(а)	207	18
В) Скорее знаком(а), чем нет	346	30
С) Знаю в общих чертах	311	27
Д) Слышал(а), но не углублялся(лась)	173	15
Е) Не знаком(а) совсем	117	10
Итого	1154	100

Примечание: составлено авторами по результатам опроса.

Таблица 3

Частота использования цифровых технологий в инклюзивном обучении

Вариант ответа	Число респондентов	%
А) Каждый урок/занятие	81	7
В) Несколько раз в неделю	288	25
С) Раз в месяц	127	11
Д) Редко	404	35
Е) Никогда	254	22
Итого	1154	100

Примечание: составлено авторами по результатам опроса.

Вопрос о составе участников важен для понимания разных перспектив: педагогической и родительской. Он определяет, насколько профессиональные взгляды сопоставимы с реальными потребностями семей, и помогает оценить сбалансированность выборки в цифровой инклюзии. Большинство участников – учителя (62%), при этом родители составляют 38%. Эти пропорции обеспечивают широкий охват мнений и подтверждают необходимость учёта как профессиональной, так и семейной позиции в вопросах цифровой инклюзии.

Понимание основ инклюзии формирует базу для внедрения цифровых технологий. Чем глубже осведомлённость респондентов, тем легче они принимают инновации и адаптируют их под потребности учащихся с особыми образовательными потребностями.

Почти половина опрошенных (48%) знакома с инклюзией достаточно хорошо. Однако 25% лишь в общих чертах или слышали поверхностно, что может затруднять быструю интеграцию технологических решений в образовательную практику.

Следующий вопрос (табл. 3) показывает, насколько глубоко ИКТ интегрированы в повседневную инклюзивную практику. Регулярное применение говорит о сформированной цифровой культуре, а редкое – сигнализирует о необходимости дополнительных ресурсов и методической поддержки.

Лишь 7% используют технологии на каждом уроке, тогда как 57% – редко или никогда. Это указывает на недостаточную рутинность цифровых решений и потребность в повышении мотивации и квалификации педагогов.

Выявление барьеров (табл. 4) помогает понять, почему часть школ медленно осваивает цифровые инструменты. Причины

могут быть техническими, финансовыми или кадровыми, затрудняя полноценное использование ИКТ в инклюзивных классах и корректирующих программах.

Лидируют недостаток оборудования (25%) и специализированных программ (20%), а также нехватка времени и навыков. Проблема требует комплексного решения, включающего финансирование, методическую поддержку и расширение ИТ-компетенций педагогов. Онлайн-формат (табл. 5) даёт детям с ОВЗ гибкость и доступ к образовательным материалам дома. Однако качество таких курсов зависит от адаптации контента, постоянной обратной связи и уровня цифровой грамотности участников.

Таблица 4

Основные препятствия внедрения цифровых технологий в инклюзивном образовании

Вариант ответа	Число респондентов	%
А) Недостаток оборудования	288	25
В) Отсутствие знаний и навыков у педагогов	196	17
С) Отсутствие специализированного ПО/высокая цена	231	20
Д) Недостаток времени в учебной программе	231	20
Е) Другое	208	18
Итого	1154	100

Примечание: составлено авторами по результатам опроса.

Таблица 5

Оценка эффективности онлайн-курсов/видеоуроков для детей с ОВЗ

Вариант ответа	Число респондентов	%
А) Очень эффективны	127	11
В) Скорее эффективны	427	37
С) Не уверен(а)	288	25
Д) Скорее неэффективны	196	17
Е) Совершенно неэффективны	116	10
Итого	1154	100

Примечание: составлено авторами по результатам опроса.

Таблица 6

Отношение к смешанному обучению (blended learning) в контексте инклюзии

Вариант ответа	Число респондентов	%
А) Полностью поддерживаю	242	21
В) Скорее поддерживаю	462	40
С) Нейтрально	288	25
Д) Скорее против	115	10
Е) Категорически не поддерживаю	47	4
Итого	1154	100

Примечание: составлено авторами по результатам опроса.

Таблица 7

Следующие шаги в цифровизации инклюзивного образования

Вариант ответа	Число респондентов	%
А) Повышение цифровой грамотности учителей и родителей	288	25
В) Разработка специализированных адаптивных онлайн-платформ	173	15
С) Расширение финансирования на покупку оборудования и ПО	404	35
Д) Создание сетевого сообщества/базы знаний	81	7
Е) Все варианты в совокупности	208	18
Итого	1154	100

Примечание: составлено авторами по результатам опроса.

Около 48% считают онлайн-курсы эффективными, но 27% видят в них мало пользы. Это отражает нехватку ориентированных на особые потребности программ и недостаточную практику использования интерактивных возможностей. Blended learning сочетает очные занятия и цифровые форматы, позволяя гибко адаптироваться под возможности детей с ОВЗ. Важно понять, насколько респонденты готовы совмещать традиционную педагогику с онлайн-инструментами.

61% поддерживают смешанный формат, видя в нём гибкость и доступность. Однако 14% против, опасаясь перегрузок и отсутствия необходимых условий, указывая на потребность в чётком методическом сопровождении. Итоговый вопрос определяет стратегические направления развития цифровой инклюзии. Респонденты выбирают, что именно – финансирование, обучение или разработку адаптивных платформ – считают наиболее критичным для успеха.

35% опрошенных настаивают на расширении финансирования, 25% – на повышении грамотности, 18% требуют комплексных мер. Результат демонстрирует понимание системного характера проблем и потребность в согласованной политике внедрения ИКТ.

Анализ результатов опроса, проведённого среди учителей и родителей, показывает, что в школах Екатеринбурга сформировалась устойчивая тенденция к пониманию важности цифровых технологий для инклюзивного образования. При этом выявлены существенные различия в готовности педагогов и родителей регулярно пользоваться такими инструментами, что отражается на нерегулярной интеграции ИКТ в учебный процесс. Большинство участников признают полезность и необходимость специализированного оборудования, обучающих платформ и адаптированных приложений, однако недостаток финансирования, неравномерная техническая оснащённость

и дефицит методической подготовки учителей сдерживают полноценное внедрение. Значительная часть респондентов видит перспективы в развитии дистанционных форм обучения, позволяющих детям с особыми образовательными потребностями продолжать обучение даже в период реабилитации или при ограниченных возможностях посещения школы. Тем не менее сохраняется опасение, что онлайн-курсы и смешанное обучение могут не обеспечить должной мотивации или социальной интеграции при отсутствии грамотного педагогического сопровождения. Отдельно подчёркивается необходимость адаптации интерфейсов и контента, включая крупные шрифты, альтернативный текст и звуковое сопровождение для разных категорий учащихся. Особого внимания заслуживает повышенная потребность в финансировании и повышении цифровой грамотности всех участников образовательного процесса, включая родителей. Это говорит о том, что для эффективного использования технологий в инклюзивной среде нужен комплексный подход: оснащение школ оборудованием, создание специализированных программ, постоянное обучение педагогов и методическая поддержка. Тесное сотрудничество образовательных учреждений с семьями и профильными организациями способно повысить результативность внедрения цифровых инструментов. Итогом станет более гибкая, доступная и качественная система инклюзивного образования, отвечающая потребностям каждого ребёнка.

Заключение

Подводя итоги, можно отметить, что применение цифровых технологий в инклюзивном образовании школ Екатеринбурга демонстрирует позитивную динамику, однако данная сфера далека от полного раскрытия своего потенциала. Цифровые инструменты способны значительно рас-

ширить возможности для обучения детей с ОВЗ, обеспечивая доступ к разнообразным форматам и материалам, учитывающим специфические потребности ребёнка. Тем не менее эффективная реализация таких технологий невозможна без системного подхода, включающего в себя грамотное финансирование, организацию учебного процесса, повышение квалификации педагогов и родителей, а также обеспечение технической поддержки.

Одним из ключевых выводов исследования является мысль о необходимости более активного внедрения персонализированных устройств и адаптивных приложений, позволяющих учитывать индивидуальные особенности каждого ребёнка. Особенно важна поддержка со стороны администрации школ и органов управления образованием, которые должны вести планомерную политику модернизации инфраструктуры и выделения бюджета на закупку специализированного оборудования. Параллельно с этим педагоги нуждаются в программах повышения квалификации, нацеленных не только на освоение базовых ИКТ-компетенций, но и на понимание психолого-педагогических принципов работы в инклюзивной среде. Дистанционный формат и смешанное обучение могут играть значимую роль, особенно в случаях, когда ребёнок не может посещать школу по медицинским показаниям. Участники опроса указали на высокий потенциал подобного подхода, подтверждая, что цифровые технологии могут способствовать непрерывности образования. Однако важно не допустить изоляции ребёнка и обеспечить ему социализацию с одноклассниками. Внедрение ИКТ в инклюзивное образование должно сопровождаться постоянным мониторингом, методической поддержкой и обратной связью от всех участников: учеников, родителей, педагогов и администрации. Комплексная реализация таких мер позволит сформировать более гибкую, адаптивную и по-настоящему доступную образовательную среду, которая отвечает современным вызовам и потребностям каждого ребёнка.

Список литературы

1. Karagianni E., Drigas A. New Technologies for Inclusive Learning for Students with Special Educational Needs // *International Journal of Online and Biomedical Engineering*. 2023. Vol. 19. № 5. P. 4–21. DOI: 10.3991/ijoe.v19i05.36417.
2. Derbissalova G., Shayakhmetova A., Avagimyan A., Ryanova E. Multimedia Applications in Special Education: New Opportunities for the Developing of Cognitive Processes of Children with Intellectual Disabilities // *Multimedia Tools and Applications*. 2023. DOI: 10.1007/s11042-023-17512-1.
3. Salas-Pilco S.Z., Yang Y., Van Aalst J. Emerging Technologies for Diverse and Inclusive Education from a Sociocultural Perspective // *British Journal of Educational Technology*. 2022. Vol. 53. № 6. P. 1483–1485. DOI: 10.1111/bjet.13279.
4. Бельский В.Ю., Майкова В.П., Молчан Э.М. Цифровые технологии в системе образования // *Вопросы философии*. 2022. № 2. С. 216–219. DOI: 10.21146/0042-8744-2022-2-216-219.
5. Ахметова Д.З., Аргюхина Т.С., Бикбаева М.Р. Цифровизация и инклюзивное образование: точки соприкосновения // *Высшее образование в России*. 2020. Т. 29. № 2. С. 141–150. DOI: 10.31992/0869-3617-2020-29-2-141-150.
6. Плотицкина Н.В., Морозова Е.В., Мирошниченко И.В. Цифровые технологии: политика расширения доступности и развития навыков использования в Европе и России // *Мировая экономика и международные отношения*. 2020. Т. 64. № 4. С. 70–83. DOI: 10.20542/0131-2227-2020-64-4-70-83.
7. Попов Д.С., Стрельникова А.В., Григорьева Е.А. Цифровизация российской средней школы: отдача и факторы риска // *Мир России. Социология. Этнология*. 2022. Т. 31. № 2. С. 26–50. DOI: 10.17323/1811-038X-2022-31-2-26-50.
8. Капиева К.Р., Королькова В.А., Лахмоткина В.И., Ястребова Л.А. Цифровые технологии методического сопровождения профессионального роста педагогов специального и инклюзивного образования // *Перспективы науки и образования*. 2023. № 2 (62). С. 658–676. DOI: 10.32744/pse.2023.2.39.
9. Горайнова А.Р., Ярская-Смирнова Е.Р. Инклюзивное образование: общественное мнение и опыт инсайдеров // *Вестник Томского государственного университета*. 2020. № 453. С. 98–110. DOI: 10.17223/15617793/453/12.
10. Голодов Е.А., Герлах И.В., Копченко И.Е. Профессиональные дефициты педагогов в области ИКТ-компетенций, проявляющиеся в условиях цифровой трансформации образования // *Перспективы науки и образования*. 2022. № 4 (58). С. 58–73. DOI: 10.32744/pse.2022.4.4.
11. Малиничев Д.М., Арпентьева М.Р. Инновационные тренды цифровизации высшего образования: нейротехнологии и роботы в образовательном диалоге // *Информационное общество*. 2022. № 5. С. 35–43. DOI: 10.52605/16059921_2022_05_35.
12. Андреевкова А.В., Дмитриева Е.В., Носкова А.В. Восприятие цифровизации школьного образования: исследовательские результаты онлайн-фокус-групп с учителями и родителями учеников // *Мониторинг общественного мнения: экономические и социальные перемены*. 2022. № 2 (168). С. 272–291. DOI: 10.14515/monitoring.2022.2.1990.
13. Фролова Е.В., Рогач О.В. Цифровизация школьного образования в оценках московских учителей // *Информационное общество*. Секция: Образование в информационном обществе 2024. № 1. С. 71–76. DOI: 10.52605/16059921_2024_01_71.
14. Швецова Л.Н., Ушакова Н.А. Обучение и воспитание личности в условиях цифровой трансформации спортивного образования // *Теория и практика физической культуры*. 2023. № 5. С. 53.
15. Уваров А.Ю. Цифровое обновление образования: на пути к «идеальной школе» // *Информатика и образование*. 2022. Т. 37. № 2. С. 5–13. DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-2-5-13.

УДК 37.048.45:372.851
DOI 10.17513/snt.40336

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИММЕРСИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В КОНТЕКСТЕ ПРЕПРОФИЛЬНОЙ И ПРОФИЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО МАТЕМАТИКЕ

Ульянова И.В., Лукьянова Т.А., Русяева А.С.

ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический университет имени М.Е. Евсевьева»,
Саранск, e-mail: klyaksa13r@gmail.com, tanya_lukyaynova_02@mail.ru, alinarusyeva@gmail.com

Предпрофильная и профильная подготовка обучающихся средних общеобразовательных организаций выступает основой специфики их выбора – сначала профиля обучения, а затем индивидуальных траекторий профессионального образования и развития. В указанном контексте сегодня, в условиях цифровой трансформации образования, одной из актуальных проблем является проблема поиска современных методов и технологий обучения, которые бы позволили обучающимся более глубоко погрузиться в профессиональную среду, при этом осознавая соответствующий прикладной аспект получаемых предметных знаний, например по математике. Авторы предположили, что хорошим потенциалом для разрешения указанной проблемы обладают иммерсивные технологии, и провели исследование, целью которого стал анализ возможностей использования иммерсивных технологий для предпрофильной и профильной подготовки обучающихся по математике. Авторы исследовали понятия «иммерсивность», «иммерсивная реальность», «иммерсивные технологии». Проанализировали историю развития иммерсивных технологий. В статье они более подробно остановились на таком направлении использования иммерсивных технологий в обучении, как внедрение в учебный процесс игр – симуляторов профессиональной направленности. Авторы проанализировали возможности некоторых таких игр-симуляторов в контексте исследования и разработали уроки математики с их использованием, описание одного из таких уроков они приводят в статье. По мнению авторов, внедрение иммерсивных технологий в образовательный процесс может обогатить опыт обучения и подготовить обучающихся к современным вызовам, в профессиональной сфере в частности. При этом предметная учебная деятельность обучающихся найдет свое новое отражение в условиях современности.

Ключевые слова: предпрофильная подготовка, профильная подготовка, иммерсивные технологии, иммерсивная реальность, симулятор, игра-симулятор, обучение математике

Исследование проведено в рамках дополнительного соглашения к Соглашению о предоставлении субсидии федеральному бюджетному или автономному учреждению на финансовое обеспечение выполнения государственного задания на оказание государственных услуг (выполнение работ) № 073-03-2024-050/6 от 27 августа 2024 г. по теме «Подготовка педагога к реализации иммерсивных технологий в экосистеме технопарков педвузов».

PROSPECTS FOR USING IMMERSIVE TECHNOLOGIES IN THE CONTEXT OF PRE-PROFILE AND PROFILE TRAINING OF STUDENTS IN MATHEMATICS

Ulyanova I.V., Lukyanova T.A., Rusaeva A.S.

Mordovian State Pedagogical University named after M.E. Evsevev,
Saransk, e-mail: klyaksa13r@gmail.com, lukyanova_02@mail.ru, alinarusyeva@gmail.com

Pre-profile and profile training of students of secondary general education organizations are the basis for the specifics of their choice – first, the profile of study, and then individual trajectories of their professional education and development. In this context, today, in the context of digital transformation of education, one of the pressing problems is the problem of finding modern teaching methods and technologies that would allow students to more deeply immerse themselves in the professional environment, while realizing the corresponding applied aspect of the acquired subject knowledge, for example, in mathematics. The authors suggested that immersive technologies have good potential for solving this problem and conducted a study aimed at analyzing the possibilities of using immersive technologies for pre-profile and profile training of students in mathematics. The authors examined the concepts of immersiveness, immersive reality, immersive technologies. They analyzed the history of the development of immersive technologies. In the article, they dwelled in more detail on such a direction of using immersive technologies in education as the introduction of professionally oriented simulation games into the educational process. The authors analyzed the capabilities of some of these simulation games in the context of the study and developed mathematics lessons using them, a description of one of which they provide in the article. According to the authors, the introduction of immersive technologies into the educational process can enrich the learning experience and prepare students for modern challenges, in particular, in the professional sphere. At the same time, the subject-based educational activities of students will find their new reflection in the conditions of modernity.

Keywords: pre-profile training, profile training, immersive technologies, immersive reality, simulator, simulation game, teaching mathematics

The study was conducted within the framework of an additional agreement to the Agreement on the provision of a subsidy to a federal budgetary or autonomous institution for financial support for the implementation of a state assignment for the provision of public services (performance of work) No. 073-03-2024-050/6 dated August 27, 2024 on the topic «Preparing a teacher for the implementation of immersive technologies in the ecosystem of technology parks of pedagogical universities».

Введение

В соответствии с действующими федеральными государственными образовательными стандартами среднего общего образования организации, осуществляющие образовательную деятельность, должны реализовывать в обучении обучающихся старших классов учебный план одного или нескольких профилей обучения (естественнонаучный, технологический, социально-экономический, гуманитарный и универсальный) при наличии условий профессионального обучения с целью выполнения конкретного вида трудовой деятельности (профессии) в сфере технического и обслуживающего труда [1].

Профильное обучение старшеклассников и предваряющая его предпрофильная подготовка в основной школе являются главными для их профессионального становления, так как определяют конкретику выбора ученика – сначала профиля обучения, а затем индивидуальных траекторий его профессионального образования и развития. Определившись с тем или иным вариантом профориентационного направления собственной деятельности, обучающийся направляет свои образовательные усилия на углубленное изучение тех учебных предметов выбранного профиля обучения, которые являются профилирующими для его будущей профессии.

Разные аспекты проблемы организации профильного обучения и предпрофильной подготовки обучающихся не раз становились объектом пристального внимания ученых. Сегодня в условиях цифровой трансформации образования одним из актуальных направлений в указанном контексте выступает проблема поиска современных методов и технологий обучения, которые бы позволили обучающимся более глубоко погрузиться в профессиональную среду, при этом осознавая соответствующий прикладной аспект получаемых предметных знаний, например по математике.

По мнению авторов, хорошим потенциалом для разрешения указанной проблемы обладают иммерсивные технологии [2]. Использование таких технологий позволяет обучающимся погружаться в мир профессий за счет активации иммерсивной реальности [3–5]. При этом такое погружение можно осуществлять, усиливая предметную подготовку обучающихся и демонстрируя им реальную необходимость изучения учебного предмета для решения профессиональных задач выбранного направления. Сказанное справедливо, в частности, в контексте обучения математике.

Целью исследования стал анализ возможностей использования иммерсивных технологий для предпрофильной и профильной подготовки обучающихся по математике.

Материалы и методы исследования

В ходе исследования авторами использовались эмпирические и теоретические методы: сбор и анализ теоретических данных, изложенных в научных статьях, входящих в базу РИНЦ и список ВАК, представленных, в частности, в научной электронной библиотеке ELIBRARY.RU и на сайтах оригинальных журналов, беседы с обучающимися и учителями на предмет актуальности использования иммерсивных технологий в обучении математике, моделирование цифровой образовательной среды на уроках математики с использованием иммерсивной игровой симуляции профессиональной направленности.

Результаты исследования и их обсуждение

Иммерсивность (от англ. *immersion* – «погружение» или «вовлечение») определяется буквально как погружение, эффект присутствия. Иммерсивность не является инновационным явлением, возникшим в условиях развития цифровых технологий. Следы иммерсивной деятельности можно обнаружить во многих сферах жизнедеятельности человека, особенно в сфере искусства. Представители мира искусства: писатели и поэты, режиссеры и сценаристы, художники и др. – по своей природе всегда стремились погрузить читателя или зрителя в создаваемый ими мир, до определенного момента доступный только автору, отражающий его фантазии и видения и позже воплощенный в предметах искусства – книгах, фильмах, картинах и др. Например, художникам удавалось создавать портреты людей, глаза которых оказывались всегда устремленными на зрителя, созерцающего картину. Такой эффект создает ощущение динамичного и живого портрета человека, который в реальности находится рядом, что удачно используется сценаристами и режиссерами кинофильмов.

Другим примером погружения зрителей в похожую реальность являются так называемые иммерсивные театральные постановки или иммерсивные театры [6; 7]. Во многих городах мира есть театры, в которых зритель не просто наблюдает за сценой, но и включается в игру актеров. Например, некоторые постановки российского театра «Благодать», который находится в Кисловодске, а также московского

театра «Ромэн» строятся именно так. Зрители могут станцевать на сцене, включиться в диалог с героями постановки, с головой окунуться в воссоздаваемую актерами атмосферу, почувствовав себя неотъемлемой частью спектакля. Гости театров остро чувствуют создаваемую окружающую реальность, воспринимая ее не только аудиовизуально, но и всем телом, производя различные движения.

С появлением современных устройств виртуальной и дополненной реальности иммерсивность все более проникает в разные сферы жизнедеятельности человека: виртуальные экскурсии, тренажеры-симуляторы, 3D-телевидение и др. – все это примеры использования иммерсивных технологий.

Сегодня под иммерсивными технологиями понимают совокупность технологий расширенной реальности, которые предназначены для имитации физического мира через цифровые виртуальные среды, создающие эффект погружения [8, с. 7]. В зависимости от усовершенствования компьютерной техники эффект погружения может быть разным: от стороннего созерцания небольших 3D-изображений на экране до пространственного и временного ощущения присутствия в созданном мире. Но в любом случае иммерсивные технологии предполагают взаимодействие с иммерсивными реальностями.

Реальность (от лат. *realis* – вещественный, действительный) – философское понятие, используемое в различных контекстах для обозначения общего существующего. Это мир, который объективно проявлен;

часть вселенной, изучаемая соответствующей наукой; существующие объективно явления и факты, то есть реально существующие. Понятие «реальность» оказывается достаточно многогранным. Различают разные виды реальности. Современный этап научно-технического прогресса привел человечество к использованию такого понятия, как иммерсивная реальность. Иммерсивную реальность можно определить как полностью или частично искусственную реальность, соединяющую в себе элементы естественной, реально существующей реальности и реальности, воссозданной с использованием достижений современных цифровых технологий. Иммерсивная реальность проявляется в форме виртуальной, дополненной или смешанной реальности, которые нередко объединяются под общим термином – расширенная реальность (рис. 1).

Иммерсивная реальность в настоящее время получила широкое распространение в мире развлечений – играх, симуляторах (тренажерах), рекламе и т.д. Однако ее можно успешно использовать и в профессиональной сфере. Например, в условиях дополненной реальности дизайнер может посмотреть на платье, надетое на манекен, и увидеть на экране AR-устройства добавленные на одежду декоративные элементы – пуговицы, броши, бусины и др. Это позволяет ему оценить, как эти элементы будут выглядеть на платье в действительности, а значит, как следствие, совершенствоваться в своей профессиональной сфере, придумывая новые образы.



Рис. 1. Иммерсивная реальность
 Источник: составлено авторами на основе [9; 10, с. 13–14]

Кроме того, сегодня создано множество игр – симуляторов профессиональной деятельности, которые погружают пользователя в виртуальный мир профессий – водителя автобуса, продавца, частного предпринимателя, бухгалтера и др. Примерами таких игр являются:

– Pharmacy Simulator (предоставляет невероятно аутентичный опыт работы в аптеке, предлагая пользователю попробовать свои силы в разных профессиях, связанных с аптечным бизнесом, примеряя на себя роли администратора аптеки, создателя лекарственных препаратов, продавца лекарств, грузчика и др.);

– Doctor Simulator (позволяет пользователю решать сложные профессиональные задачи, которые могут возникнуть у врача – распознавать болезнь по симптомам, назначать лечение или рекомендовать провести дополнительные тесты и др., выполнять операции, а также заботиться о медицинском учреждении – больной палате).

Симуляторы профессиональной направленности находят живой отклик в молодежной среде, несмотря на то, что большинство из них представлены на английском языке. Это означает, что такое направление иммерсивных игр будет развиваться и совершенствоваться. В связи с этим имеет смысл начать использовать их и в образовательном пространстве. Хотя, как показало проведенное авторами исследование, иммерсивные технологии сегодня еще не нашли своего достойного применения в образовательном пространстве [11]. Причина такой ситуации, в частности, кроется в относительно высокой стоимости специального оборудования (таких как очки или шлемы иммерсивной реальности) и программных приложений в сочетании с риском их быстрого устаревания, отсутствия специализированного образовательного контента, соответствующего учебной программе, а также, как следствие, необходимости адаптации учебных материалов и изменения программ обучения, пока еще нередко недостаточно высокой технологической грамотности педагогов, а также необходимости учета разных условий и ограничений по использованию специального оборудования и т.д.

Тем не менее ускоренное развитие цифровых технологий в последние годы не обходит стороной и сферу образования. Вопросы цифровой трансформации образования особенно актуальны, открывая новые направления педагогическому сообществу – использование искусственного интеллекта в деятельности педагога, иммерсивное об-

учение с использованием иммерсивной реальности в среднем и профессиональном образовании и др. Правильное использование цифровых технологий может стимулировать у обучающихся мотивацию к учению, повысить интерес к учебному процессу, помочь лучше понять учебный материал, увидеть его практическую направленность, сделать знания доступными и масштабируемыми [12; 13].

Для демонстрации сказанного приведем пример встраивания одной из игр-симуляторов в учебный процесс по математике. Урок по математике профессиональной направленности по теме «Подготовка к ОГЭ по математике. Решение практико-ориентированных задач» с использованием VR-технологий может быть смоделирован следующим образом [14; 15].

Ход урока:

1) учитель рассказывает о деятельности провизора и фармацевта;

2) учитель предлагает перейти в VR и посредством погружения в игру-симулятор Pharmacy Simulator наглядно посмотреть, с какими профессиональными задачами может столкнуться сотрудник аптеки;

3) в VR перед обучающимися как перед продавцами аптеки, в частности, может возникнуть необходимость произведения некоторых математических расчетов при работе с клиентами (рис. 2);

4) учитель предлагает вернуться за парты и решить математические задачи, предложенные обучающимся в VR;

5) после обсуждения ответов школьников учитель предлагает посмотреть в VR результаты решений аптекаря;

6) обучающиеся возвращаются за парту – подводят итоги по уроку, отвечают на вопросы по математическому содержанию решенных задач;

7) обучающиеся дают обратную связь об уроке, описывая в контексте рефлексии свои впечатления от погружения в профессиональную сферу деятельности аптекаря.

Как можно видеть, погружение обучающихся в мир профессий через симуляцию на уроке профессиональных ситуаций делает восприятие более живым и проникновенным. А значит, это позволит обучающимся более глубоко погрузиться в профессиональную среду и, как следствие, сделать осознанный выбор своей профессиональной деятельности и необходимого для желаемой профессии профиля обучения. При этом предметная учебная деятельность обучающихся (в математике – решение задач) находит свое новое отражение в условиях современности.



Рис. 2. Профессионально-ориентированная математическая задача продавца аптеки в Pharmacy Simulator (в перспективе на русском языке)
Источник: составлено авторами

Заключение

Итак, проведенное авторами исследование показало, что внедрение иммерсивных технологий в образовательный процесс может обогатить опыт обучения и подготовить обучающихся к современным вызовам, в частности, в профессиональной сфере. Иммерсивные технологии обладают большими возможностями в профессиональном становлении обучающихся для накопления субъективного опыта будущего специалиста. При этом такое становление можно успешно интегрировать в предметное обучение учащихся, демонстрируя им, в частности, значимость математики для реальной действительности.

Список литературы

1. Приказ Минобрнауки России от 17 мая 2012 г. № 413 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования» // Единое содержание общего образования/ [Электронный ресурс]. URL: <https://edsoo.ru/normativnyue-dokumenty/> (дата обращения: 23.02.2025).
2. Гриншкун А.В. Использование дополненной виртуальности как иммерсивной образовательной технологии в рамках профильного обучения школьников // Профильная школа. 2020. Т. 8, № 4. С. 27–31. DOI: 10.12737/1998-0744-2020-27-31.
3. Корнеева Н.Ю., Уварина Н.В. Иммерсивные технологии в современном профессиональном образовании // Современное педагогическое образование. 2022. № 6. С. 17–22. URL: https://spo-magazine.ru/archive/?ELEMENT_ID=34951 (дата обращения: 03.02.2025).
4. Зиннатова М.В. Виртуальные мастерские: иммерсивная технология профессионального образования будущего // Профессиональное образование и рынок труда. 2021. № 2 (45). С. 89–99. DOI: 10.52944/PORT.2021.45.2.007.
5. Дуденкова Н.А., Шубина О.С. Использование цифровых средств обучения при формировании анатомических знаний у студентов направления подготовки «Педагогическое

образование» // Учебный эксперимент в образовании. 2024. № 1 (109). С. 92–99. DOI: 10.51609/2079-875X_2024_1_92.

6. Никифорова А.А., Воронова Н.И. Иммерсивные практики в современном культурном пространстве (мировой и отечественный опыт) // Философия и культура. 2023. № 5. С. 60–73. DOI: 10.7256/2454-0757.2023.5.40731.

7. Медведенко В.В., Тумашова Г.А., Тумашов М.А. Иммерсивное театральное искусство как технология социально-культурной деятельности // Мир науки, культуры, образования. 2020. № 4 (83). С. 263–265. DOI: 10.24411/1991-5497-2020-00754.

8. Щербатых С.В., Артюхина М.С. Применение иммерсивных технологий в математическом образовании // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2023. Т. 12, № 1 (42). С. 9–13. DOI: 10.57145/27128474_2023_12_01_01.

9. Чен П. Использование иммерсивных технологий в современном образовании // Вестник Адлгейского государственного университета. Серия: Педагогика и психология. 2024. № 1 (333). С. 42–47. DOI: 10.53598/2410-3004-2024-1-333-42-47.

10. Асланов Р.Э., Большаков А.А., Кузнецов С.В. Разработка виртуальной, дополненной и смешанной реальности. М.: Русайнс, 2024. 241 с.

11. Муравьева А.А., Олейникова О.Н. Иммерсивное обучение – технология будущего или временное увлечение? // Казанский педагогический журнал. 2023. № 1 (156). С. 120–129. DOI: 10.51379/KPJ.2023.158.1.012.

12. Соснило А.И., Резванов Н.Н. Применение иммерсивных технологий в образовательном процессе // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент. 2021. № 4. С. 83–91. DOI: 10.17586/2310-1172-2021-14-4-83-91.

13. Карев Б.А., Прокопцев В.О. Иммерсивные технологии как часть новой образовательной реальности и их применение в общеобразовательной школе // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Гуманитарные науки. 2021. № 4–2. С. 71–74. DOI: 10.37882/2223-2982.2021.04-2.12.

14. Усова Л.Б., Шакирова Д.У. Методические аспекты обучения математике с использованием информационных и сквозных технологий // Вестник Оренбургского государственного университета. 2023. № 1 (237). С. 86–91. DOI: 10.25198/1814-6457-237-86.

15. Шишов С.Е., Кальней В.А., Ряхимова Е.Г. Иммерсивные экспериментальные обучающие модели в профессиональном образовании // Вестник Российской международной академии туризма. 2024. № 1. С. 60–72. URL: https://www.rmat.ru/ru/about_vestnik_podshivka/?r622_id=551 (дата обращения: 03.02.2025).

НАУЧНЫЙ ОБЗОР

УДК 378.2

DOI 10.17513/snt.40337

**МЕТОДОЛОГИЯ ПОДГОТОВКИ
НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ
ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ: ДИАЛЕКТИКА РАЗВИТИЯ****^{1,2}Резер Т.М., ^{1,2}Гриник М.Г., ²Шемятихина Л.Ю.**

¹ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Екатеринбург, e-mail: t.m.rezer@urfu.ru, msinykova@yandex.ru;

²ФГБОУ ВО «Уральский институт Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», Екатеринбург, e-mail: lyshem@mail.ru

В настоящий период развитие высшей школы России осложняет имеющийся дефицит молодых научно-педагогических кадров высшей квалификации, что требует анализа причин и изучения ретроспективы сложившейся ситуации, а также выявления методологических основ отечественной системы подготовки кадров высшей квалификации. В педагогической науке и практике пока не определены структура и содержание понятия «методология подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации» и не сформулированы векторы развития данной методологии с позиции исторического и педагогических аспектов. Цель исследования – проанализировать диалектику развития методологии подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации в России, на основе выделенных векторов развития определить направления ее трансформации для решения актуальных задач системы высшего образования. В ходе исследования установлено, что методология подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации с позиции диалектики развития в педагогической науке не рассматривалась. Авторами предложена классификация периодов и стадий формирования методологии подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации, уточненное понятие «методология подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации», определены направления ее трансформации на основе разработанных векторов развития. Практическая значимость видится в использовании результатов исследования педагогической практикой для совершенствования процесса подготовки научно-педагогических кадров, а также для обоснования государственных решений в этой сфере.

Ключевые слова: методология, научно-педагогические кадры, понятие «методология подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации», организация подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации, периоды, стадии, векторы развития, направления трансформации

**METHODOLOGY OF TRAINING HIGHLY
QUALIFIED SCIENTIFIC AND PEDAGOGICAL
PERSONNEL: DIALECTICS OF DEVELOPMENT****^{1,2}Rezer T.M., ^{1,2}Grinik M.G., ²Shemyatikhina L.Yu.**

¹Ural Federal University named after the First President of Russia B.N. Yeltsin, Yekaterinburg, e-mail: t.m.rezer@urfu.ru, msinykova@yandex.ru;

²Ural Institute of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russian Federation, Yekaterinburg, e-mail: lyshem@mail.ru

At the present time, the development of higher education in Russia is complicated by the existing deficit in young scientific-pedagogical personnel of higher qualification, which requires analyzing the causes and studying the retrospective of the current situation, as well as identifying the methodological foundations of the domestic system of training personnel of higher qualification. Pedagogical science and practice have not yet defined the structure and content of the concept of “methodology of training of scientific and pedagogical personnel of higher qualification” and have not formulated the vectors of development of this methodology from the position of historical and pedagogical aspects. The purpose of the study is to analyze the dialectics of the development of the methodology of training of scientific and pedagogical personnel of higher qualification in Russia, to determine the directions of its transformation to solve actual problems of the higher education system on the basis of the identified vectors of development. In the course of the study it was found that the methodology of training of scientific and pedagogical personnel of higher qualification from the position of dialectics of development in pedagogical science has not been considered. The authors proposed the classification of periods and stages of formation of the methodology of training of scientific-pedagogical personnel of higher qualification, clarified the concept of “methodology of training of scientific-pedagogical personnel of higher qualification”, determined the directions of its transformation on the basis of the developed vectors of development. Practical significance is seen in the use of the research results by pedagogical practice to improve the process of training of scientific and pedagogical personnel, as well as to justify government decisions in this area.

Keywords: methodology, scientific and pedagogical personnel, the concept of “methodology of training highly qualified scientific and pedagogical personnel”, organization of training highly qualified scientific and pedagogical personnel, periods, stages, vectors of development, directions of transformation

Введение

Подготовка научно-педагогических кадров высшей квалификации всегда входит в число приоритетных целей и задач государственного управления и развития России, что обусловлено необходимостью сохранения разных видов суверенитета, а также сопряжено современными технологическими и гуманитарными вызовами и рисками.

Во-первых, следует отметить крайне негативную тенденцию, появившуюся в содержании основных образовательных программ как в магистратуре, так и в аспирантуре, в которых дисциплины педагогической направленности и педагогическая практика заменены проектным обучением или изучением цифровизации какого-либо направления исследовательской деятельности. Возникает закономерный вопрос: «Какими методами и способами, не владея основами педагогики и психологии высшей школы, новый профессорско-преподавательский состав вузов России будет достигать поставленных целей в профессиональном обучении и воспитании будущих специалистов?»

Во-вторых, подготовка научно-педагогических кадров высшей квалификации традиционно рассматривается как основа формирования научного потенциала страны и сохранения устойчивости и развития института аспирантуры и докторантуры [1, 2]. В 2009 г. анализу проблем и противоречий подготовки высших кадров в современной России посвящены работы Н.А. Платонова и В.П. Леонова [3]. В 2018 г. Е.Р. Мкртчян выдвинул положение о том, что воспроизводство научно-педагогических кадров в вузах России должно рассматриваться как особая система высшего образования [4].

В-третьих, имеющиеся исследования указывают на негативные тенденции этого процесса: сокращение количества защищаемых кандидатских и особенно докторских диссертаций, отток профессорско-преподавательского состава из вузов страны в 1990–2000 гг., а также значительное снижение в настоящее время количества молодежи в общем составе преподавателей высшей школы России [4–6]. Следует выделить работы С.В. Кононовой, А.Ю. Климова, В.С. Басюка и Н.А. Краснощекова, рассматривающих особенности организации подготовки научных и научно-педагогических кадров в России и современного состояния с позиции исторического подхода к данному процессу [7–9].

В-четвертых, отмечаем, что в целом методологические основания подготовки научно-педагогических кадров высшей ква-

лификации не рассматривались с позиции диалектики развития данного процесса и его трансформации в результате принимаемых государственных решений и проводимой государственной политики в данном направлении. На сегодняшний день в педагогической науке отсутствует научно обоснованное определение понятия «методология подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации», но, несмотря на то, сам термин «методология» достаточно хорошо изучен и научно обоснован.

В России исторически сложилось, что подготовка кадров высшей квалификации состоит из системы, включающей несколько основных элементов: 1) государственная политика в области развития научного потенциала страны, определяющая потребности, цели, ресурсы для ее реализации; 2) состояние системы высшего образования и наличие количественных и качественных требований к профессорско-преподавательскому составу вузов; 3) институциональное обеспечение подготовки кадров высшей квалификации.

В настоящее время необходимо отметить проявление ранее не фиксируемого нового политико-правового аспекта рассматриваемой проблемы. Прежде всего, он связан с выходом России из Болонского процесса, который, по мнению государственных чиновников и специалистов в области высшего образования, на протяжении последних 30 лет значительно повлиял на количество и качество развития национальной системы высшего образования [10]. В феврале 2023 г. в Послании Федеральному Собранию президентом России В.В. Путиным были определены основные задачи в сфере развития отечественного образования: «...необходим синтез всего лучшего из советского образования и опыта современности». В последующем Указе Президента России о реализации пилотного проекта по изменению уровней профессионального образования в период с 2023 по 2026 г. выделяется отдельный уровень профессионального образования – аспирантура (адъюнктура), который и направлен на подготовку кадров высшей квалификации для системы высшего образования в стране.

Значимость аспирантуры как отдельного уровня профессионального образования подтверждается циклом Указов Президента России. Согласно логике Указа Президента России от 28.02.2024 № 145 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации» в стране должны быть обеспечены не только целостность и единство научно-технологического развития по-

средством взаимодействия научных и образовательных организаций, промышленных предприятий и иных организаций, непосредственно осуществляющих научную, научно-техническую и инновационную деятельность, но и независимость и конкурентоспособность государства через формирование преимуществ Российской Федерации в области научно-технологического развития, что приведет к преимуществу в социальной, культурной, образовательной и экономической областях по отношению к другим государствам.

Указ Президента России от 28.02.2024 № 146 «О стратегических целях и задачах развития Российского научного фонда на период до 2030 года» закрепляет поддержку молодых ученых как одно из приоритетных направлений деятельности научного Фонда, что обусловлено необходимостью обеспечения системы образования России молодыми научно-педагогическими кадрами высшей квалификации. Данное обстоятельство подтверждает социально-педагогическую актуальность поднимаемой авторами научной проблемы – рассмотрение методологии подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации с позиции диалектики развития данного процесса.

В последние годы увеличился научный интерес к рассматриваемой проблеме. Ряд исследователей (Е.В. Грязнова, О.А. Никишина, И.О. Котлярова, Г.Н. Сериков, А.И. Чучалин) подчеркивают важность формирования педагогической составляющей в подготовке научно-педагогических кадров [11–13]. О важности роли и специфике подготовки аспирантов в сфере методологической и научно-исследовательской деятельности в целом говорится в исследованиях И.А. Дониной, О.В. Алексеевой, Т.А. Цквитария [14, 15]. Актуальность формирования специальных профессиональных компетенций, связанных с глубоким знанием предметной научной области, подчеркивают А.А. Муравьева, О.Н. Олейникова [16]. В целом авторы едины в понимании важности и необходимости формирования совокупного набора компетенций у молодых преподавателей-исследователей высшей школы: научно-исследовательских, профессиональных и педагогических. Однако общая методологическая концепция подготовки будущих преподавателей высшей школы в этих работах не представлена. Например, в своем диссертационном исследовании А.Н. Бакушина рассматривает организационно-педагогические основы подготовки кадров высшей квалификации, но только применительно к системе постдипломного педагогического образования

[17]. Поэтому актуальность на научно-теоретическом уровне поднимаемой научной проблемы авторы связывают как с необходимостью уточнения самого понятия «методологии подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации», так и с определением исторических предпосылок в определении векторов развития данной методологии, включая современный этап развития высшей школы.

Следовательно, недостаточное внимание к выявлению сущности и векторам развития методологии подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации выхолащивает уже имеющийся положительный опыт и отечественные традиции в этом процессе и тормозит развитие высшей школы.

Цель исследования заключалась в проведении анализа диалектики развития методологии подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации в России и определении на основе выделенных векторов ее развития направлений трансформации, необходимых для решения задач по обеспечению молодыми кадрами высшей квалификации системы высшего образования. Для достижения поставленной цели требовалось решить следующие задачи: уточнить понятие «методология подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации» и определить векторы ее развития; определить периоды и стадии трансформации методологии подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации с позиции диалектики развития подготовки научных и педагогических кадров в России для высшей школы; на основе векторов развития сформулировать основные направления трансформации методологии подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации.

Гипотеза исследования заключается в том, что методология подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации определяется, прежде всего, самими потребностями развития высшей школы и целями государственной политики в сфере образования, что можно подтвердить выделенными векторами развития с позиции исторического и педагогического аспектов.

Материалы и методы исследования

Методология настоящего исследования включает концептуальные установки, подходы и принципы исследования.

За основу взяты концептуальные установки:

1. Теория «возможностей и шансов» Дж. Голдторпа, согласно которой не столько талант и ум определяют социальное положение человека, сколько конкретный

шанс продемонстрировать свои возможности в нужное время, нужном месте и нужным людям [18].

2. Теория устойчивости систем управления (А.М. Ляпунов) [19].

3. Теория транспрофессионализма в профессиональном развитии субъекта деятельности (Э.Ф. Зеер) [20], с учетом предмета научного исследования в педагогике и междисциплинарного характера данных исследований.

4. Концепция «акме» как вершина личного и профессионального развития личности субъекта деятельности (А.А. Бодалев, А.А. Деркач, Н.В. Кузьмина) [21].

Методология настоящего исследования включает следующие теоретические подходы и методы исследования.

Диалектический подход, при котором объекты изучаются с позиции законов диалектики (единства и борьбы противоположностей, перехода количества в качество, отрицания отрицания) и используются для формулирования теоретических принципов в каком-либо виде деятельности, процессе, явлении.

Системный подход позволяет рассмотреть научную проблему как систему, в которой элементы взаимодействуют друг с другом, образуют единое целое и ориентированы на получение нового результата. Согласно мнению В.Я. Гельман и Н.М. Хмельницкой, уровень подготовки научных кадров в России определяется надежностью работы всей системы образования [22].

Комплексный подход позволяет рассмотреть проблему как совокупность компонентов, подлежащих изучению с помощью соответствующей совокупности методов, позволяющих оценить их компоненты многоаспектно и с разных позиций [23].

Меритократический подход (в научный оборот понятие «меритократия» ввел социолог М. Янг в 1950 г.) подразумевает, что в первую очередь право на какой-либо вид деятельности должен иметь тот, кто заслужил это право своими способностями, достижениями, умом и талантом, а не по наследованию [24, 25]. Меритократический подход, используемый в обосновании методологии подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации, направлен на выявление творческих молодых людей, способных к научной и педагогической деятельности в системе высшего образования.

В исследовании авторы опирались на принцип системности, что позволило рассмотреть формирование методологии подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации и ее трансформацию

с позиции исторической и государственной обусловленности данного процесса. Использован принцип развития – главный принцип диалектики, основная идея которого заключается в том, что никакие явления и процессы не существуют вне движения и развития.

Совокупность методов исследования включила научные методы анализа: метод историко-педагогического анализа позволил осуществить классификацию периодов развития методологии подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации в России и выделить в них стадии; метод системного анализа позволил определить совокупность целей деятельности в системе подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации в России в разные периоды и стадии данного процесса, а также сформулировать показатели оценки развития рассматриваемой методологии; метод компаративного анализа позволил рассмотреть документы разных периодов в целях определения содержания проводимой государственной политики и ее влияния на трансформацию методологии подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации в России; метод теоретического анализа позволил проанализировать основные научные работы по теме исследования. URL:

Результаты исследования и их обсуждение

При решении первой задачи исследования – уточнения понятия «методология подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации» и определения векторов ее развития – потребовалось сначала обратиться к содержанию самого понятия «методология». Методология в переводе с греческого языка означает учение о методах, способах и стратегиях исследования предмета. Традиционно методологию рассматривают в двух аспектах: 1) как теоретическую методологию, которая формируется разделом философии – гносеологией; 2) как практическую методологию, ориентированную на решение практических проблем и целенаправленное преобразование мира и окружающего пространства.

Теоретическая методология всегда стремится к созданию модели идеального знания, то есть стремится к созданию некоего нового образа изучаемого предмета или его трансформации, что возможно лишь при сформированном абстрактном и критическом мышлении у ученого, в том числе в процессе обучения в аспирантуре или докторантуре. Например, Д.В. Манушин, анализируя термин «методология», пришел

к выводу о том, что «подавляющее большинство авторов используют в тексте работы слово «методология», не показывая, как она применяется на практике [26]. Для нас важно придерживаться определения понятия «методология» как учения об организации деятельности, направленного на получение нового результата, которое может претендовать называться научным творчеством.

В данном контексте авторы подчеркивают и практический аспект методологии, поскольку речь идет об ориентации на решение практической проблемы – подготовки кадров высшей квалификации, деятельность которых, с одной стороны, направлена на создание нового научного продукта, а с другой стороны, будет обеспечена новыми молодыми кадрами конкретной отрасли экономики страны. Поэтому кадры высшей квалификации должны иметь не только сформированную общую научно-исследовательскую компетентность и сформированную узконаучную квалификацию будущего ученого, но и обладать компетенциями преподавателя в своей предметной области.

Уточним структуру и содержание понятия «методология подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации», что необходимо рассматривать как «целенаправленный процесс подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации при обучении в аспирантуре или докторантуре, включающих организацию и освоение обучающимися теоретического, научно-исследовательского и педагогического видов деятельности, с помощью которых у аспирантов и докторантов: 1) формируются навыки профессионально-педагогической деятельности в условиях высшей школы; 2) происходит развитие научного творчества и одновременно повышается уровень профессионализма в практической деятельности у будущих научно-педагогических кадров; 3) обеспечивается получение нового научного результата в форме диссертационного исследования, результаты которого могут быть использованы как в научной деятельности, так и в педагогической практике современной системы высшего образования».

Исходя из данного определения, диалектика развития методологии подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации в историческом контексте авторами будет оцениваться по следующим, сформулированным и обобщенным векторам развития: 1) цели, задачи подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации; 2) социальный состав научно-педагогических кадров России в

историческом аспекте; 3) виды деятельности в профессиональной подготовке научно-педагогических кадров высшей квалификации; 4) формы организации профессиональной подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации в разные исторические периоды; 5) формы подтверждения готовности к педагогической и научной деятельности в системе высшего образования.

В процессе решения второй задачи исследования – определения периодов и стадий трансформации методологии подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации с позиции диалектики развития данного процесса в России было установлено три основных исторических периода:

Дореволюционный период, 1724–1917 гг. В течение данного периода формировался процесс подготовки отечественных научно-педагогических кадров для вновь открытых университетов в России, который был направлен в том числе и на становление российской профессуры как профессионального кадрового состава этих университетов.

Советский период, 1917–1991 гг. В данный период исторического и педагогического развития в стране постепенно формируется довольно устойчивая научно-методологическая и организационная основа подготовки преподавателей высшей школы, обеспечивающих развитие советской науки и плановой экономики страны.

Современный период – с 1993 г. по настоящее время. Этот период трансформации системы высшего образования и методологии подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации в России обусловлен новой образовательной парадигмой, связанной прежде всего с разными видами и содержанием реформ системы образования в стране, а также вступлением России в Болонский процесс и выходом из него со всеми соответствующими изменениями в системе высшего образования.

Начало становления системы высшего образования в России историки традиционно определяют с даты создания Академии наук в Санкт-Петербурге в 1724 г., в Уставе которой определено ее назначение: развитие науки и подготовка собственных ученых и преподавателей университетов в государстве. С этой даты и начинается решение вопроса об отечественной подготовке профессорских кадров для университетов России.

Во время первого исторического периода методология подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации была обусловлена становлением самого

процесса подготовки научно-педагогических кадров в России в XVII–XIX вв. Целевая установка подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации постоянно видоизменялась в зависимости от государственных интересов на текущий момент.

Так, на первой стадии (с 1724 г. до начала XIX в.) данного исторического периода целевая установка приобрела чисто практический характер: имелась вынужденная необходимость подготовки первого выпуска дипломированных специалистов в России под руководством иностранных профессоров. Нехватка русских ученых компенсировалась также приглашением иностранной профессуры в российские университеты [27]. В этой связи практически 150 лет становления высшей школы в России стояла острая проблема подготовки собственной профессуры как профессионального кадрового состава научно-педагогических кадров в действующих университетах.

На второй стадии первого исторического периода (с начала XIX в. по 1917 г.) трансформация методологии подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации была обусловлена открытием ряда новых российских университетов. Так, с 1755 г. по 1909 г. было открыто 12 российских университетов, где начинает формироваться преподавательская университетская когорта, осуществляющая как научную, так и педагогическую деятельность. Отметим, что вновь созданные университеты в России являлись государственными учреждениями, что во многом повлияло на социальный статус преподавателя университета. Университетский устав 1804 г. определил дворянский статус профессуры в общей чиновной иерархии Российской империи. В 1819 г. вступило в силу «Положение о производстве в ученые степени», которое давал возможность перехода обладателей ученых степеней в привилегированные сословные категории, и такая система просуществовала с небольшими изменениями вплоть до 1917 г.

На второй стадии первого периода формирования методологии подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации начинает складываться понимание особенностей подготовки преподавателей для университетов. Первым, кто предложил программу университетского образования в царской России, стал М.В. Ломоносов. Он впервые высказал мысль об универсальном содержании преподавательской и научной деятельности. Такой подход был связан с тем, что на этом этапе развития науки многие отрасли научных знаний еще не оформились как самостоятельные.

С 1860-х гг. система требований к подготовке преподавателя стала носить больше практический (исследовательский) и научный характер, акцентируя внимание на его моральных и религиозных убеждениях, а также отчасти – его психологической (но не педагогической) подготовке [28].

Таким образом, постепенно начала выстраиваться и структура подготовки преподавательского состава для университетов России. Большую роль в этом сыграла созданная педагогическая (учительская) семинария при Московском университете. Обучаясь одновременно и в университете, и в педагогической семинарии, студенты получали как общенаучную, так и профессионально-педагогическую подготовку.

Согласно Университетскому уставу 1835 г. каждый университет обязан самостоятельно, на казенном содержании, осуществлять педагогическую подготовку для будущей работы в университете не менее 20 студентов, получивших название «кандидаты-повторители» или «слушатели-кандидаты», но такая педагогическая практика не принесла нужного количественного и качественного результата. Например, в 1805 г. Московским университетом было произведено в магистры 9 чел., в адъюнкты 3 чел. и в доктора 7 чел.

В этой связи параллельно существовала двухгодичная практика подготовки к «званию профессорской должности» выпускников отечественных университетов в европейских университетах. Содержанием такой подготовки было изучение основ наук, освоение методов и приемов преподавания. По возвращении в Россию молодые профессора сдавали сначала экзамен, затем проводили по своей специальности лекцию на латинском языке, что позволяло принять коллегиальное решение о начале преподавания соответствующих курсов в университете.

Специальная и системная подготовка профессорско-преподавательского состава на базе российских университетов началась только после 1760-х гг. Каждый университет начал подготовку кадрового резерва профессорского состава, и развивалась эта практика через утверждение профессорских стипендий, когда способные выпускники оставались в университетах или отправлялись в другие университеты для дальнейшего обучения в виде прикрепления к профессору на 7–9 лет.

Таким образом, на этом этапе становления подготовки профессорско-преподавательских кадров для работы в российских университетах существовало три основных направления: прикрепление в качестве

«кандидата-слушателя» к университетскому профессору; специальная стажировка в другом университете России; двухгодичная командировка в один из ведущих вузов за рубежом.

Этот период становления системы высшего образования и подготовки профессорско-преподавательского состава связан с процессом становления системы научной аттестации кандидатов для педагогической деятельности в университетах России. Университетский устав 1804 г. ввел систему аттестации и повышения квалификации профессорско-преподавательского состава, связанную с реализацией определенных требований к преподавателям с точки зрения знания содержания определенных дисциплин и владения педагогическим мастерством.

Параллельно в начале XIX в. входит в практику и заимствованная у западноевропейских университетов процедура защиты магистерских и докторских диссертаций, эту процедуру закрепил Устав Императорского Дерптского университета в 1803 г. Сам ритуал защит диссертаций периодически ограничивался или приостанавливался.

Но о том, что этот процесс был не разовым, а достаточно системным, говорят следующие цифры. Общее количество диссертаций, выполненных и защищенных в университетах (кроме медицинских), в 1805–1863 гг. составило 625, в следующий период, с 1864 по 1916 г., их количество увеличилось до 2266. При этом количество защищенных докторских диссертаций увеличилось в 5,5 раз (со 160 до 880 диссертаций). Большое значение в процедуре защиты диссертации имел ритуал научного диспута, который в тот период играл роль мощной публичной демонстрации приверженности определенным культурным идеалам. В целом начала формироваться двойная система аттестации профессорско-преподавательского состава.

Второй исторический период методологии подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации приходится на 1917–1991 гг. и обусловлен послереволюционной трансформацией российского общества, формированием советской науки и новой системы подготовки научно-педагогических кадров для плановой экономики страны и народного хозяйства. Второй период также можно разделить на *две стадии его развития*: начальная стадия (1917–1940 гг.) и системная стадия (1950–1991 гг.). На *первой стадии* (1917–1940 гг.) данного исторического периода основной государственной задачей стало конструирование советской науки, что требовало реорганиза-

ции всех элементов дореволюционной науки и ее учреждений. Анализируя документы данного периода, отметим, что осознание необходимости возрождения национальной науки и восстановления подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации характерно для 1920-х гг., что обусловлено, с одной стороны, потребностями плановой экономики, с другой стороны, определено повышением образовательного ценза граждан нового советского государства. Следовательно, возникла государственная потребность в создании *новой ступени* в послевузовском профессиональном образовании, что было вызвано дефицитом кадров высшей научной квалификации и отсутствием национальной практики и форм такого кадрового воспроизводства в сфере науки и образования нового социалистического государства. Так, Декретом Совета Народных Комиссаров от 02.09.1921 г. «О высших учебных заведениях Р.С.Ф.С.Р.» были введены три категории должностей (профессор, преподаватель и научный сотрудник) и установлены государственные требования к их избранию. Аттестация научно-педагогических кадров университетов, которая сформировалась еще в царской России, фактически была упразднена и надолго забыта. Отметим, что в 1920-е гг. общего плана подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации не существовало и требования обязательной защиты диссертации для работы в качестве преподавателя в вузе не было.

К научно-педагогической деятельности в указанных должностях стали активно привлекать «старую интеллигенцию» и активно мобилизуя представителей недостаточно образованной, но энергичной и целеустремленной революционной молодежи того времени. К началу 1926 г. эти меры привели к увеличению численности научных работников в два раза в сравнении с 1916 г., их насчитывалось 12,5 тыс. чел. Партийная «прослойка» среди научных работников составляла 6,5%, профессоров из рабочих насчитывалось только 1,3%, из крестьян – 11,4%, в то время как из трудовой интеллигенции – 44,3%, из дворян – 10,6% [29].

Только с 1925 г. в Советском Союзе началась системная подготовка научно-педагогических кадров высшей квалификации через аспирантуру под кураторством Государственного ученого совета (далее – ГУС), действовавшего на основании Инструкции НКП от 08.07.1925 «О порядке подготовки научных работников при научно-исследовательских институтах и вузах по прикладным, точным и естественным наукам». Заметим, что аспирантура не рассматривалась

как форма обучения, это была форма организации профессиональной и научной деятельности сроком на 3 года.

Программы работы аспирантов и списки утвержденных тем, а также используемых материалов научными руководителями для их подготовки разрабатывались научными советами институтов, для вузов – предметными комиссиями и президиумами вузов. Таким образом, направление научных изысканий определялось общегосударственными целями и задачами, постоянно осуществлялся государственный контроль и надзор за данными процессами. Аспиранты, прошедшие утверждение темы научной работы от ГУС, получали удостоверение на право преподавания в вузах или на занятие должности научного сотрудника первого разряда в научно-исследовательском институте.

Уточним, что проводимые аспирантами исследования в большей степени носили прикладной характер, так как в аспирантуру принимались кандидаты с предприятий и их познания ограничивались практикой, поэтому для придания исследованиям теоретической значимости лица, завершившие обучение в аспирантуре, должны были «отработать» стаж по специальности.

Имеющийся дефицит научных работников привел к тому, что в 1929 г. учреждается новая практика выдвижения кандидатов на прием в аспирантуру. Выдвижение студентов для работы в аспирантуру допускалось только по предметам (специализации) вуза на основе рекомендаций: от кафедры или общественных студенческих организаций; предоставленных профессорами или преподавателями вузов.

В довоенные годы усилия государства были направлены на поиск наиболее эффективных форм и методов организации подготовки аспирантов, среди которых введение заочной формы подготовки аспирантов (для имеющих высшее образование и стаж работы по специальности не менее трех лет), позволяющей осуществлять научные разработки и их апробирование с учетом потребностей промышленности и производства (Постановление Совета Народных Комиссаров от 16.09.1939 № 1469 «О заочной аспирантуре»).

В 1934 г. при Академиях наук появляется академическая аспирантура, которая в дальнейшем получит название «докторантура», вводится новая норма – защита докторской диссертации после защиты кандидатской диссертации с последующей работой в вузе или при условии получения ученым звания профессора. В период с 1934 по 1937 г. докторская степень была присуждена 926 на-

учным сотрудникам, из них 365 чел. стали докторами после защиты диссертации.

В том же 1934 г., когда была утверждена первая инструкция о порядке применения постановления СНК СССР от 13.01.1934 «Об ученых степенях и званиях», педагогика как наука была введена в номенклатуру специальностей научных работников, что и усилило педагогическую составляющую в подготовке преподавательского состава вузов страны.

На второй стадии (1950–1991 гг.) второго исторического периода методология подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации в стране приобретает системный и плановый характер. В 1967 г. Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 16.11.1967 № 1064 «Об улучшении подготовки научных и научно-педагогических кадров» закрепило не только стратегические приоритеты в области регулирования научно-исследовательской деятельности, в том числе в сфере подготовки научно-педагогических кадров, но и установило плановые количественные показатели в подготовке научных кадров, необходимых для удовлетворения потребности плановой экономики и «коммунистического строительства» в государстве. Требования, принятые данным документом, практически не менялись до распада Советского Союза.

Отметим, что содержание и формы подготовки аспирантов долгие годы не подвергались изменениям. Изменения в содержании подготовки аспирантов были возобновлены на основе принятия совместного Приказа Министерства высшего и среднего специального образования СССР и Высшей аттестационной комиссии при Совете Министров СССР от 15.09.1987 № 637/63 «О подготовке научно-педагогических и научных кадров в системе непрерывного образования», где подчеркивалась необходимость проведения у аспирантов не только психолого-педагогической подготовки, но и была обозначена необходимость их подготовки в области математического моделирования и других дисциплин, изучение которых заканчивалось сдачей соответствующих экзаменов. Однако в очередной раз произошел откат к образовательной политике конца 1950-х гг. и было отменено требование о защите кандидатской диссертации по окончании аспирантуры.

Постепенно в 1960–1980-х гг. принципы организации подготовки аспирантов частично видоизменились и начали совершенствоваться: было принято пять обновляющих Положений (1950, 1957, 1962, 1980, 1987), регулирующих подготовку

научных и научно-педагогических кадров высшей квалификации в аспирантуре. Постановлением Совета Министров СССР от 19.09.1969 № 758 «О распределении лиц, оканчивающих аспирантуру с отрывом от производства» введено персональное распределение аспирантов, оканчивающих аспирантуру. Аспиранты обязаны проработать не менее трех лет в высших учебных заведениях, научно-исследовательских учреждениях, на предприятиях и в организациях в соответствии с направлениями министерств и ведомств. В 1962 г. Положением об аспирантуре при высших учебных заведениях и научно-исследовательских учреждениях, утвержденном приказом Министерства высшего и среднего специального образования СССР от 31.07.1962 № 284, был определен возврат к существующему ранее условию – завершение аспирантуры в форме защиты диссертации или представления ее к защите.

Третий исторический период методологии подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации начинается с 1996 г. и продолжается по настоящее время. В нем можно выделить *две основные стадии*: первая стадия 1996–2012 гг.; вторая стадия с 2013 г. по настоящее время. *На первой стадии* третьего исторического периода значимых трансформаций методологии подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации не произошло. Это связываем, с одной стороны, с имеющейся инерцией и консерватизмом института аспирантуры, а с другой стороны, с успешным опытом высших учебных заведений в подготовке преподавательских кадров через аспирантуру. Так, начиная с 1996 г. система высшего образования регулировалась специальным федеральным законом «О высшем и послевузовском образовании в Российской Федерации» № ФЗ-125. Программы аспирантуры имели статус программ послевузовского образования и фактически продолжали схему подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре, как было в Советском Союзе.

По содержанию данные программы послевузовского образования в аспирантуре имели особенности: 1) на них не устанавливались государственные образовательные стандарты, вузы сами определяли содержательную составляющую подготовки аспиранта; 2) были четко ориентированы на подготовку к конкретным специальностям научных работников, входящих в соответствующую номенклатуру научных специальностей, которая существовала в стране; 3) содержали обязательную образовательную часть, связанную только со сдачей

требуемых для защиты ученой степени «кандидата наук» экзаменов кандидатского минимума, который определяла государственная Высшая аттестационная комиссия; 4) все программы имели педагогическую часть подготовки каждого аспиранта.

Следует отметить положительный момент в существовавшей методологии подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации на данной стадии третьего исторического периода – это обязательное прохождение процедуры «предзащиты» диссертации в научном подразделении, где аспирант выполнял диссертационное исследование.

Однако в 1990-е гг. начинаются серьезные изменения профессорско-преподавательского состава вузов. Социально-экономические и политические события в этот период привели к снижению финансирования высшей школы. Введение возможности платного образования привело к увеличению количества студентов и изменило подход к качеству обучения в вузах. Начался массовый отток научно-педагогических кадров из высшей школы. Из-за низкой заработной платы наиболее мобильные преподаватели уходили «в бизнес» или туда, где можно было просто заработать, а те, кто не мог реализовать свои научные амбиции, предпочитали уезжать за границу. В общей сложности, согласно данным МВД, в то время из сферы науки и образования на постоянное место жительства за рубеж уехало 45 544 работника, но по другим источникам – около 100 тыс. чел. Более того, те, кто оставался работать, старались заработать, подработать и в меньшей степени занимались наукой.

На второй стадии третьего исторического периода (с 2013 г. по настоящее время) произошла кардинальная трансформация методологии подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации в России, что было обусловлено ориентацией государственной политики в сфере образования на академическую мобильность и международный академический обмен.

Прежде всего, данный процесс протекал в рамках присоединения системы высшего образования в России к Болонской системе образования. В свою очередь, начавшийся процесс породил ряд проблем по идентификации образовательных программ аспирантуры в России с зарубежными программами, готовящими исследователей. Поэтому в качестве одной из целей реализации образовательных программ определялась подготовка выпускников к научно-исследовательскому виду деятельности, а не к педагогическому виду деятель-

ности, что позволило бы своевременно «пополнить» молодыми кадрами систему высшего образования в России и сохранить преемственность между поколениями ученых в вузах России.

Постепенная трансформация системы высшего образования привела к тому, что некогда системно выстроенная в Советском Союзе методология подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации начала разрушаться. В конце 2012 г. законодательно был введен третий уровень высшего образования – подготовка кадров высшей квалификации (в том числе подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре) на основе федеральных государственных образовательных стандартов.

Введение ФГОС по программам аспирантуры привело к тому, что основной целью этих образовательных программ стала универсальная подготовка «преподавателя-исследователя» без учета специфики отраслей наук и научных специальностей. Введение права вузов самостоятельно устанавливать виды деятельности в образовательных программах приводит к тому, что педагогический компонент постепенно исчезает из программ и поглощается научно-исследовательским видом деятельности по научной специальности.

Готовность к педагогической и научной деятельности в системе высшего образования в настоящее время подтверждается в нескольких формах: сдача кандидатских экзаменов, сдача государственного экзамена и защита научного доклада как результата научно-исследовательской деятельности аспиранта, процедура защиты диссертации.

Защита диссертационной работы может быть осуществлена не только выпускником аспирантуры, обучающимся на бюджетной и внебюджетной основе, но и соискателем научной степени, выполняющим научную работу без отрыва от основной профессиональной деятельности. Таким образом, формы организации профессиональной подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации в основном остались прежние.

Однако наблюдается значительный кризис в формировании базового профессорско-преподавательского состава вузов. Специалисты отмечают усиливающееся старение профессуры вузов; констатацию отсутствия интереса у молодых аспирантов к преподавательской работе в вузе; наличие оттока преподавателей из региональных вузов в столичные вузы; уход высококвалифицированных преподавательских кадров в коммерцию или государственные структуры. Заметим, что в настоящее время со-

циальный состав научно-педагогических кадров представляет в основном поколение после 45 лет и выше, защитившее свои научные работы в соответствии с прежней методологией подготовки педагогических кадров высшей квалификации.

Отметим противоречивость данного периода развития методологии подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации в России.

Во-первых, произошел полный отход от советской системы подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации без сохранения лучших ее традиций.

Во-вторых, результатом перехода вузов на ФГОС по программам аспирантуры в процессе реализации болонской парадигмы организации системы образования в стране стало воспитание нескольких поколений молодых ученых, для которых защита диссертации не стала главным результатом их подготовки как специалиста высшей квалификации.

В-третьих, законодательно введенный в 2012 г. третий уровень высшего образования – подготовка кадров высшей квалификации (в том числе подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре) после перехода к аспирантуре на основе федеральных требований привел к педагогической коллизии. С одной стороны, наличие требований федерального закона – подготовка научно-педагогических кадров для удовлетворения потребностей высшей школы разных отраслей, а с другой стороны, предоставление вузам самостоятельно определять содержание образовательных программ в аспирантуре в границах федеральных требований привело к «вымыванию» такой дисциплины, как «Педагогика высшей школы», а также педагогической практики как одного из видов производственной практики.

Решение третьей задачи исследования предусматривало на основе разработанных и содержательно проанализированных векторов развития методологии подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации формулирование направлений ее трансформации.

По векторам развития можно определить следующие эволюционные изменения, произошедшие в процессе развития методологии подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации. *Первый вектор развития:* цели и задачи подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации. Цель подготовки научно-педагогических кадров начиная с 1724 г. традиционно и исторически была сориентирована на потребности развития отечественной науки и необходимости формирования дей-

ственной системы подготовки профессорско-преподавательского состава для высшей школы страны. Однако с 2013 г. отмечается явное стремление, проявившееся в интеграции данного вида подготовки с зарубежными программами аспирантуры, готовящими исследователей, а не научно-педагогические кадры высшей квалификации, обеспечивающие преемственность и потребность в таких кадрах учреждений высшего образования и научных организаций.

Второй вектор развития: социальный состав научно-педагогических кадров России в историческом аспекте. Социальный состав научно-педагогических кадров в России постоянно трансформировался: сначала доминирование иностранной профессуры в университетах; затем формирование привилегированной сословной категории в государстве, в том числе, получение дворянства при защите докторской диссертации; позднее – создание новой научно-педагогической элиты советской России, наконец, в современных социально-экономических условиях наступление кризиса в сохранении традиций в подготовке научно-педагогических кадров высшей квалификации.

Третий вектор развития: виды деятельности в профессиональной подготовке научно-педагогических кадров высшей квалификации. До последнего времени виды деятельности в методологии профессиональной подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации практически не изменялись. Они постоянно на протяжении всех исторических периодов включали преподавательский и научный виды деятельности. Более того, оба вида деятельности постепенно обогащались психологической составляющей. Однако начиная с 2022 г., после перехода отделов аспирантуры высшей школы на самостоятельное составление образовательных программ подготовки на основе принятых федеральных требований, педагогическая деятельность как обязательный вид подготовки в аспирантуре практически исчезла и была замещена во многих программах исследовательским видом деятельности.

Четвертый вектор развития: формы организации профессиональной подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации в разные исторические периоды. В разные исторические периоды они претерпели значительные изменения: от командировок будущих профессоров в ведущие вузы за рубежом для изучения опыта преподавания или прикрепления их в отечественном вузе к профессору в целях получения специальной подготовки вплоть

до создания самостоятельных институтов аспирантуры, докторантуры и диссертационных советов по научным специальностям, а также появление возможности прикрепления к научному руководителю для написания диссертации. Следует отметить, что в новой России появились конкретные формы обучения в аспирантуре и докторантуре.

Пятый вектор развития: формы подтверждения готовности кадров высшей квалификации к научно-педагогической деятельности в системе высшего образования претерпевали значительные трансформации на каждом историческом периоде и стадии рассматриваемой методологии. Например, в XVIII в. подтверждение педагогической квалификации осуществлялось умением читать лекции на латинском языке, что долго существовало в медицине. В практику была введена процедура одновременной защиты магистерской и докторской диссертаций. До 1917 г. в России существовала трехуровневая система подготовки: бакалавр – магистр – доктор наук. Только с 1940 г. окончательно сформировались институты аспирантуры и докторантуры. Вместо магистерской диссертации самостоятельно защищалась кандидатская диссертация по научной специальности.

Защита диссертации с 1962 г. стала обязательной процедурой для аспирантов, что в настоящее время отменено, но введено прохождение процедуры предзащиты диссертации на выпускающей кафедре на выявление выполнения требований, предъявляемых Высшей аттестационной комиссией России и аттестационными советами университетов, которым предоставлено право самостоятельного присвоения ученых степеней на звание кандидата наук и доктора наук.

Заключение

Проведенный историко-педагогический анализ позволил авторам статьи предложить классификацию периодов развития методологии подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации в России в рамках исторических эпох развития страны: *дореволюционный период*, когда произошло формирование российской профессуры как профессионального кадрового состава действующих университетов; *советский период*, когда состоялось формирование советской науки и советской системы подготовки кадров в этой сфере для социально-ориентированной экономики страны; *современный период*, период глубоких изменений и потрясений в организации высшего образования, включая

подготовку научно-педагогических кадров высшей квалификации в России в условиях нового целеполагания образования и смены форм собственности и организационно-правовых форм в социально-правовом институте образования.

Заметим, что для первых двух периодов, предложенных авторами, характерен жесткий государственно-целевой подход к методологическим основам процесса подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации. Однако в настоящее время основной акцент в данном процессе перенесен на учет интересов либо самой научной отрасли подготовки аспирантов, либо потребностей вуза, где эта подготовка осуществляется.

1. На основе теоретического анализа сформулировано понятие «методологии подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации», которое включает, с одной стороны, целенаправленный процесс подготовки таких кадров во время обучения в аспирантуре или докторантуре, включающих освоение ими теоретического, научно-исследовательского и педагогического видов деятельности, с другой стороны, предусматривает формирование у них навыков профессионально-педагогической деятельности в высшей школе; развитие научного творчества и повышение уровня практической деятельности; обеспечение получения нового научного результата в форме диссертационного исследования, результаты которой могут быть *использованы* как в научной деятельности, так и в педагогической практике современной системы высшего образования.

2. На основе сформулированных показателей оценки развития были выделены основные векторы развития методологии подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации. Наибольшим изменениям подверглись два вектора: 1) социальный состав научно-педагогических кадров; 2) формы подтверждения готовности к педагогической и научной деятельности в системе высшего образования. Именно эти позиции и являются сегодня показателями нестабильности социального состава научно-педагогических кадров.

Высказанные авторами позиции носят дискуссионный характер. В этом контексте заявленное исследование не является законченным: требуется более детальный анализ содержания образовательных программ аспирантуры, реализуемых в вузах России, и установление проблем в их реализации, что необходимо для практического решения задач в сфере обеспечения современной системы высшего образования

России молодыми научно-педагогическими кадрами высшей квалификации. Требуется поиск и обсуждение как государственных механизмов развития системы подготовки профессорско-педагогического состава вузов, так и осмысление и научно-методическое обоснование векторов развития данного процесса.

Список литературы

1. Пономарева Е.Ю., Менюк С.Г. Подготовка кадров высшей квалификации к инновационной деятельности в аспирантуре // Гуманитарные науки. 2016. № 4 (36). С. 134–142. DOI: 10.12737/10203.
2. Макарова Л.Н., Шаршов И.А. Проблемные аспекты вариативной подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре // Гаудеамус. 2016. № 1. С. 16–25. DOI: 10.20310/1810-231X-2016-15-1-16-25.
3. Платонова Н.А., Леонова В.П. Проблемы подготовки кадров высшей квалификации в Российской Федерации // Сервис в России и за рубежом. 2009. № 15. С. 154–161.
4. Мкртчян Е.Р. Воспроизводство научно-педагогических кадров в вузах России как система: состояние, проблемы и перспективы функционирования: монография. Волгоград: Изд-во Волгоградского института управления – филиал ФГБОУ ВО РАНХиГС, 2018. 304 с. DOI: 10.17213/2075-2067-2022-3-125-135.
5. Исследователь XXI века: формирование компетенций в системе высшего образования: коллективная монография / Отв. ред. Е.В. Караваева. М.: Геоинфо, 2018. 240 с.
6. Прокопов Н.И., Иванов С.Ю., Томашевская В.С., Антонюк С.Н., Иванова Д.В. Научный потенциал современного вуза: перспективы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре // Общество: социология, психология, педагогика. 2020. № 1. С. 14–23. DOI: 10.24158/spp.2020.1.1.
7. Кононова С.В. Становление и развитие государственной системы подготовки научных кадров через аспирантуру в России (1918–2004 гг.): дис. ... канд. пед. наук. Невинномысск, 2005. 281 с.
8. Климов А.Ю. Подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре). Историко-правовой аспект // Вестник Калининградского филиала Санкт-Петербургского университета МВД России. 2014. № 3 (37). С. 86–89.
9. Басюк В.С., Краснощеков Н.А. Особенности организации подготовки научных и научно-педагогических кадров в России: Исторический опыт и современное состояние // Вестник Московского университета. Серия 20. Педагогическое образование. ФГБОУ ВО «МГУ имени М.В. Ломоносова». 2023. Т. 21, № 4. С. 7–42. DOI: 10.55959/MSU2073-2635-2023-21-4-7-42.
10. Новиков С.В. Современное состояние и тенденции развития российской системы высшего образования // Экономика, предпринимательство и право. 2023. Т. 1, № 9. С. 3589–3604. DOI: 10.18334/ep.13.9.118723.
11. Грязнова Е.В., Никишина О.А. Методологическая культура педагога-исследователя // Перспективы науки и образования. 2018. № 3 (33). С. 68–73. DOI: 10.17513/srno.30763.
12. Котлярова И.О., Сериков Г.Н. Партнерство субъектов образовательного процесса в непрерывной научно-исследовательской деятельности аспирантов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Образование. Педагогические науки. 2018. Т. 10, № 2. С. 6–16. DOI: 10.14529/ped180201.
13. Чучалин А.И. Подготовка аспирантов к педагогической деятельности в высшей школе // Высшее образование в России. 2017. № 8–9 (215). С. 5–21. DOI: 10.24160/1993-6982-2020-3-118-124.

14. Донина И.А., Алексеева О.В. Современная аспирантура: потребности и ожидания обучающихся как субъектов научно-исследовательской деятельности // Проблемы современного педагогического образования. 2020. № 68–1. С. 100–102. DOI: 10.31992/0869-3617-2020-6-51-64.
15. Цквитария Т.А. Овладение методологией и методами научного исследования – центральный компонент подготовки научных кадров // Современные проблемы науки и образования. 2016. № 3. URL: <http://www.science-education.ru/tu/article/view?id=24461> (дата обращения: 27.11.2024).
16. Муравьева А.А., Олейникова О.Н. Компетенции преподавателей вузов: современные вызовы и смена парадигмы // Педагогика и психология образования. 2020. № 3. С. 100–115. DOI: 10.31862/2500-297X-2020-3-100-115.
17. Бакушина А.Н. Подготовка кадров высшей квалификации в системе постдипломного педагогического образования: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Санкт-Петербург, 2009. 23 с.
18. Голдторп Дж. Теория рационального действия и социология // Социология. Серия 11. Социальные и гуманитарные науки. М.: РАН, 1999. № 3. С. 22–25.
19. Феоктистов В.В., Феоктистова О.П., Чернышева И.Н., Александр Михайлович Ляпунов и его задача об устойчивости движения // Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2015. № 7. С. 65–76. DOI: 10.15622/sp.2019.18.3.614-644.
20. Зеер Э.Ф., Сыманюк Э.Э., Лебедева Е.В. Транс-профессионализм как предиктор преадаптации субъекта деятельности к профессиональному будущему // Сибирский психологический журнал. 2021. № 79. С. 89–107. DOI: 10.17223/17267080/79/6.
21. Чапаев Н.К., Шевченко К.В. К вопросу определения предмета педагогической акмеологии // Образование и наука. 2012. № 10. С. 28–45. DOI: 10.17853/1994-5639-2012-10-28-45.
22. Гельман В.Я., Хмельницкая Н.М. О некоторых проблемах подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации // Управление наукой и наукометрия. 2017. № 1 (23). С. 102–119. DOI: 10.17853/1994-5639-2017-1(23)-102-119.
23. Ананьев Б.Г. Человек как предмет познания. СПб.: Питер, 2002. 288 с.
24. Чекарева А.В. Представления о меритократии // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. 2014. № 8. С. 73–75. DOI: 10.12737/10204.
25. Белл Д. Грядущее постиндустриальное общество: опыт социального прогнозирования / Пер. с англ. под ред. В.Л. Иноземцева. М.: Академия, 2004. 546 с.
26. Манушин Д.В. Уточнение понятия «методология» // Международный бухгалтерский учет. 2016. № 16. С. 41–60.
27. Новиков А.М., Новиков Д.А. Методология. М.: СИНТЕГ, 2007. 668 с.
28. Сорокопуд Ю.В. Педагогическая концепция развития отечественной системы подготовки преподавателей высшей школы: монография. М.: ВУ, 2010. 250 с.
29. Карнаух Н.В. История подготовки преподавателей университетов России в XIX веке. М.: ИНФРА-М, 2017. 150 с. DOI: 10.12737/23364.