



ИД «Академия Естествознания»

**СОВРЕМЕННЫЕ
НАУКОЕМКИЕ
ТЕХНОЛОГИИ**

Научный журнал

№ 1 2025



**MODERN
HIGH
TECHNOLOGIES**

Scientific journal

No. 1 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, Ландз Д.В. (Киев); д.т.н., проф. Леонтьев Л.Б. (Владивосток); д.ф.-м.н., доцент, Ломазов В.А. (Белгород); д.т.н., проф. Ломакина Л.С. (Нижний Новгород); д.т.н., проф. Лубенцов В.Ф. (Краснодар); д.т.н., проф. Мадера А.Г. (Москва); д.т.н., проф. Макаров В.Ф. (Пермь); д.п.н., проф. Марков К.К. (Иркутск); д.п.н., проф. Маргис В.И. (Барнаул); д.г.-м.н., проф. Мельников А.И. (Иркутск); д.п.н., проф. Микерова Г.Ж. (Краснодар); д.п.н., проф. Моисеева Л.В. (Екатеринбург); д.т.н., проф. Мурашкина Т.И. (Пенза); д.т.н., проф. Мусаев В.К. (Москва); д.п.н., проф. Надеждин Е.Н. (Тула); д.ф.-м.н., проф. Никонов Э.Г. (Дубна); д.т.н., проф. Носенко В.А. (Волгоград); д.т.н., проф. Осипов Г.С. (Ожно-Сахалинск); д.т.н., проф. Пен РЗ. (Красноярск); д.т.н., проф. Петров М.Н. (Красноярск); д.т.н., проф. Петрова И.Ю. (Астрахань); д.т.н., проф. Пивень В.В. (Тюмень); д.э.н., проф. Потышняк Е.Н. (Харьков); д.т.н., проф. Пузырьков А.Ф. (Москва); д.п.н., проф. Рахимбаева И.Э. (Саратов); д.п.н., проф. Резанович И.В. (Челябинск); д.т.н., проф. Рогачев А.Ф. (Волгоград); д.т.н., проф. Рогов В.А. (Москва); д.т.н., проф. Санинский В.А. (Волжский); д.т.н., проф. Сердобинцев Ю.П. (Волгоградский); д.э.н., проф. Сихимбаев М.Р. (Караганда); д.т.н., проф. Скрыпник О.Н. (Иркутск); д.п.н., проф. Собянин Ф.И. (Белгород); д.т.н., проф. Страбькин Д.А. (Киров); д.т.н., проф. Сугак Е.В. (Красноярск); д.ф.-м.н., проф. Тактаров Н.Г. (Саранск); д.п.н., доцент, Тутолмин А.В. (Глазов); д.т.н., проф. Умбетов У.У. (Кызылорда); д.м.н., проф. Фесенко Ю.А. (Санкт-Петербург); д.п.н., проф. Хола Л.Д. (Нерюнгри); д.т.н., проф. Часовских В.П. (Екатеринбург); д.т.н., проф. Ченцов С.В. (Красноярск); д.т.н., проф. Червяков Н.И. (Ставрополь); д.т.н., проф. Шалумов А.С. (Ковров); д.т.н., проф. Шарафеев И.Ш. (Казань); д.т.н., проф. Шишков В.А. (Самара); д.т.н., проф. Шипицын А.Г. (Челябинск); д.т.н., проф. Яблокова М.А. (Санкт-Петербург); к.т.н., доцент, Хайдаров А.Г. (Санкт-Петербург)

ISSN 1812–7320

Электронная версия: top-technologies.ru/ru

Правила для авторов: top-technologies.ru/ru/rules/index

Двухлетний импакт-фактор РИНЦ = 0,940

Пятилетний импакт-фактор РИНЦ = 0,355

Периодичность

12 номеров в год

Учредитель, издатель и редакция

ООО ИД «Академия Естествознания»

Почтовый адрес

105037, г. Москва, а/я 47

Адрес редакции и издателя

440026, г. Пенза, ул. Лермонтова, 3

Типография

ООО «НИЦ Академия Естествознания»

410035, г. Саратов, ул. Мамонтовой, 5

E-mail

edition@rae.ru

Телефон

+7 (499) 705-72-30

Подписано в печать

31.01.2025

Дата выхода номера

28.02.2025

Формат

60x90 1/8

Усл. печ. л.

23,9

Тираж

1000 экз.

Заказ

СНТ 2025/1

Распространяется по свободной цене

Подписной индекс в электронном каталоге «Почта России»: ПА037

© ООО ИД «Академия Естествознания»

Modern high technologies Scientific journal

The journal has been published since 2003.

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

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

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

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

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

CHIEF EDITOR

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

Technical editor

Doronkina E.N.

EXECUTIVE SECRETARY

Bizenkova Maria Nikolaevna, Cand. Sci. (Medical)

Corrector

Galenkina E.S.,

EDITORIAL BOARD

Dudkina N.A.

D.Sc., Prof. A. Aidosov (Almaty); D.Sc., Prof. S.V. Alekseev (Irkutsk); D.Sc., Prof. V.Z. 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	31.01.2025	Number issue date	28.02.2025
Format	60x90 1/8	Conditionally printed sheets	23,9
Circulation	1000 copies	Order	CHT 2025/1

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

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ МОНИТОРИНГА ПРОИЗВОДСТВА ВАФЕЛЬ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА <i>Антонов С.В.</i> 10	10
К ВОПРОСУ ОБ АВТОМАТИЗАЦИИ КОНТРОЛЯ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ И МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ <i>Выборнов И.И., Пиотровский Д.Л.</i> 17	17
ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕНОСА ПРОДУКТОВ ИЗНОСА ПРИ ШЛИФОВАНИИ КРУГАМИ ИЗ КУБИЧЕСКОГО НИТРИДА БОРА <i>Носенко В.А., Кузнецов С.П., Сердюков Н.Д., Захаров А.С.</i> 24	24
О ПОРАЗРЯДНО-ПАРАЛЛЕЛЬНОМ СЛОЖЕНИИ ДВОИЧНЫХ ПОЛИНОМОВ ЗА ЕДИНИЧНОЕ ВРЕМЯ ПРИ КОЛИЧЕСТВЕ ЭЛЕМЕНТОВ СУММАТОРА, ПРОПОРЦИОНАЛЬНОМ ЧИСЛУ РАЗРЯДОВ <i>Ромм Я.Е.</i> 29	29
ИНТЕГРАЦИЯ ТИПОВОГО ОТРАСЛЕВОГО РЕШЕНИЯ АВТОДИЛЕРА НА ПЛАТФОРМЕ «1С: ПРЕДПРИЯТИЕ» С АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМОЙ УПРАВЛЕНИЯ ДИЛЕРСКОЙ СЕТЬЮ ПРОИЗВОДИТЕЛЯ <i>Савина А.Г., Малявкина Л.И., Агейчев А.И.</i> 46	46
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРОФИЛЬНО-СОПРЯЖЕННОЙ ЧЕРВЯЧНОЙ ПАРЫ <i>Суханова О.А., Трифанов И.В., Спирина Д.А., Соболев К.В., Никитина Л.Н.</i> 61	61
МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЗАЩИЩЕННОСТИ ЧЕЛОВЕКО-МАШИННОГО ИНТЕРФЕЙСА ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАБОЧЕГО МЕСТА ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ <i>Тельный А.В., Монахов М.Ю., Николаев А.В., Матвеева Е.А.</i> 67	67

НАУЧНЫЙ ОБЗОР

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ПОДХОДОВ К МАТЕМАТИЧЕСКОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ КРИПТОГРАФИЧЕСКИХ АТАК НА СТРУКТУРЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ <i>Бережной И.В., Гурский С.М., Пятин В.С.</i> 78	78
---	----

Педагогические науки (5.8.1, 5.8.2, 5.8.3, 5.8.7)

СТАТЬИ

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ФОРМИРОВАНИЯ ГОТОВНОСТИ АСПИРАНТОВ МЕДИЦИНСКОГО ВУЗА К ПРЕПОДАВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РАМКАХ ДИСЦИПЛИНЫ «ПЕДАГОГИКА И ПСИХОЛОГИЯ» <i>Алпатова М.П., Коломиец О.М., Алпатова А.И.</i> 87	87
--	----

ФОРМИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ
ОБУЧАЮЩИХСЯ В КУРСЕ ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ПО МАТЕМАТИКЕ В 10 КЛАССЕ

Аргунова Н.В., Попова А.М., Белолобская М.В., Алексеева В.В. 93

СОВРЕМЕННЫЕ ЦИФРОВЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В ОБЛАСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ВУЗАХ РОССИИ
И БЕЛОРУССИИ

Астратова Г.В., Измайлов А.М., Ермолина Л.В. 98

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ
И УЛУЧШЕНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ УЧАСТНИКАМИ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Афанасьева О.В. 108

ФОРМИРОВАНИЕ ТЕХНИКИ ЧТЕНИЯ ПОСРЕДСТВОМ
МАЛЫХ ФОЛЬКЛОРНЫХ ФОРМ У ДЕТЕЙ С ОБЩИМ
НЕДОРАЗВИТИЕМ РЕЧИ

Калашиникова А.Р., Бондаренко Т.А., Шадманова С.Д., Артемова С.А. 115

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УЧЕБНОГО ЛОНГРИДА КАК МУЛЬТИМОДАЛЬНОГО
ТЕКСТА В ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ

Майер И.А., Селезнева И.П. 121

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МНЕМОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ НА ЗАНЯТИЯХ
ПО НЕМЕЦКОМУ ЯЗЫКУ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ГРАММАТИЧЕСКОЙ
КАТЕГОРИИ РОДА ИМЕН СУЩЕСТВИТЕЛЬНЫХ

Миркина Ю.З., Молчанова А.С. 127

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ЛИЧНОСТНОЙ
САМОЭФФЕКТИВНОСТИ СТАРШЕКЛАССНИКОВ НА ОСНОВЕ
ПЕДАГОГИЧЕСКОГО КОУЧИНГА

Писклова М.В., Бекова М.И. 134

РАЗВИТИЕ ТВОРЧЕСКИХ СПОСОБНОСТЕЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ
В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ФЕЛТИНГА В СИСТЕМЕ
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Польнская И.Н. 139

НАВЫК САМОПРЕЗЕНТАЦИИ КАК ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ САМООЦЕНКИ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Прозорова М.Н., Прозорова Т.Н. 147

ПСИХОЛОГО-ДИДАКТИЧЕСКАЯ СУЩНОСТЬ АКТИВИЗАЦИИ
УЧЕБНО-ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Сафаралиев Б.С., Кольева Н.С., Панов М.А. 152

ТЕХНОЛОГИЯ НЕПРЕРЫВНОЙ ОЦЕНКИ ОСТАТОЧНЫХ
ЗНАНИЙ НА ПРИМЕРЕ ПОТОКОВЫХ ДИСЦИПЛИН
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

Смоленцева Т.Е. 158

РАЗВИТИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ
У МАГИСТРАНТОВ-ДИЗАЙНЕРОВ НА ЗАНЯТИЯХ ПО СКЕТЧИНГУ

Сухарев А.И., Савлучинская Н.В. 166

НАУЧНЫЕ ОБЗОРЫ

СИСТЕМАТИЗАЦИЯ НАУЧНЫХ ДАННЫХ КАК МЕХАНИЗМ ОТБОРА
СОДЕРЖАНИЯ МЕТОДИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПЕДАГОГОВ
К РАБОТЕ С СЕМЬЯМИ ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА

Лапп Е.А., Резанова Е.В. 172

К ВОПРОСУ О КОМПЛЕКСНОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ЛИЦ
С НАРУШЕНИЯМИ РЕЧИ

Уклонская Д.В., Черешнева В.Е., Бердникович Е.С. 179

Физико-математические науки (1.3.3 Теоретическая физика)

СТАТЬЯ

ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ КОМПАКТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
КВАНТОВЫХ СХЕМ

Тырышкин С.Ю. 185

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

CONCEPTUAL MODEL FOR MONITORING WAFFLES PRODUCTION BASED ON DIGITAL TWIN TECHNOLOGY <i>Antonov S.V.</i>	10
ON THE ISSUE OF AUTOMATION OF WELDED JOINT TESTING USING ULTRASONIC TESTING (UT) AND MACHINE LEARNING METHODS <i>Vybornov I.I., Piotrovskiy D.L.</i>	17
INVESTIGATION OF THE TRANSFER OF WEAR PRODUCTS DURING GRINDING WITH CUBIC BORON NITRIDE WHEELS <i>Nosenko V.A., Kuznetsov S.P., Serdyukov N.D., Zaharov A.S.</i>	24
BITWISE-PARALLEL ADDITION OF BINARY POLYNOMIALS IN A SINGLE CALCULATION WITH THE NUMBER OF ADDER ELEMENTS PROPORTIONAL TO THE NUMBER OF DIGITS <i>Romm Ya.E.</i>	29
INTEGRATION OF A TYPICAL INDUSTRY SOLUTION OF A CAR DEALER ON THE «1S: ENTERPRISE» PLATFORM WITH THE MANUFACTURER'S AUTOMATED DEALER NETWORK MANAGEMENT SYSTEM <i>Savina A.G., Malyavkina L.I., Ageychev A.I.</i>	46
IMPROVEMENT OF THE MANUFACTURING TECHNOLOGY OF A PROFILE-COUPLED WORM PAIR <i>Sukhanova O.A., Trifanov I.V., Spirina D.A., Sobol' K.V., Nikitina L.N.</i>	61
ASSESSMENT METHOD OF HUMAN-MACHINE INTERFACE SECURITY FOR AN AUTOMATED WORKPLACE OF AN INTEGRATED SECURITY SYSTEM <i>Telnyy A.V., Monakhov M.Yu., Nikolaev A.V., Matveeva E.A.</i>	67

REVIEW

REVIEW OF MODERN APPROACHES TO MATHEMATICAL MODELING OF CRYPTOGRAPHIC ATTACKS ON INFORMATION TECHNOLOGY STRUCTURES <i>Berezhnoy I.V., Gurskiy S.M., Pyatin V.S.</i>	78
--	----

Pedagogical sciences (5.8.1, 5.8.2, 5.8.3, 5.8.7)

ARTICLES

ASSESSMENT OF THE QUALITY OF FORMATION OF READINESS OF POSTGRADUATE STUDENTS OF MEDICAL UNIVERSITY FOR TEACHING ACTIVITY WITHIN THE DISCIPLINE OF "PEDAGOGY AND PSYCHOLOGY" <i>Alpatova M.P., Kolomiets O.M., Alpatova A.I.</i>	87
---	----

FORMATION OF INFORMATION COMPETENCE OF STUDENTS IN THE COURSE OF EXTRACURRICULAR ACTIVITIES IN MATHEMATICS IN THE 10TH GRADE	
<i>Argunova N.V., Popova A.M., Belolyubskaya M.V., Alekseeva V.V.</i>	93
MODERN DIGITAL EDUCATIONAL TECHNOLOGIES IN THE FIELD OF ECOLOGICAL EDUCATION IN UNIVERSITIES OF RUSSIA AND BELARUS	
<i>Astratova G.V., Izmaylov A.M., Ermolova L.V.</i>	98
THE USE OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES TO IMPROVE THE QUALITY OF EDUCATION AND IMPROVE INTERACTION BETWEEN PARTICIPANTS IN THE EDUCATIONAL PROCESS	
<i>Afanaseva O.V.</i>	108
FORMATION OF READING TECHNIQUE THROUGH SMALL FOLKLORE FORMS IN CHILDREN WITH GENERAL SPEECH UNDERDEVELOPMENT	
<i>Kalashnikova A.R., Bondarenko T.A., Shadmanova S.D., Artemova S.A.</i>	115
USING EDUCATIONAL LONGREAD AS A MULTIMODAL TEXT IN FOREIGN LANGUAGE PROJECT ACTIVITIES	
<i>Mayer I.A., Selezneva I.P.</i>	121
THE USE OF MNEMONIC TECHNIQUES IN GERMAN LANGUAGE CLASSES FOR MASTERING THE GRAMMATICAL CATEGORY OF GENDER IN NOUNS	
<i>Mirkina Yu.Z., Molchanova A.S.</i>	127
MODELING THE PROCESS OF FORMING PERSONAL SELF-EFFICIENCY OF HIGH SCHOOL STUDENTS BASED ON PEDAGOGICAL COACHING	
<i>Pisklova M.V., Bekoeva M.I.</i>	134
DEVELOPMENT OF CREATIVE ABILITIES OF STUDENTS IN THE PROCESS OF MASTERING FELTING IN THE SYSTEM OF ADDITIONAL EDUCATION	
<i>Polynskaya I.N.</i>	139
THE SKILL OF SELF-PRESENTATION AS A FACTOR IN THE FORMATION OF PROFESSIONAL SELF-ESTEEM AMONG STUDENTS	
<i>Prozorova M.N., Prozorova T.N.</i>	147
PSYCHOLOGICAL AND DIDACTIC THE ESSENCE OF ACTIVATION OF LEARNING AND ACTIVITY	
<i>Safaraliev B.S., Kolyeva N.S., Panov M.A.</i>	152
TECHNOLOGY OF CONTINUOUS ASSESSMENT OF RESIDUAL KNOWLEDGE ON THE EXAMPLE OF STREAM DISCIPLINES OF HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTIONS	
<i>Smolentseva T.E.</i>	158

DEVELOPMENT OF PROFESSIONAL COMPETENCIES
OF DESIGN UNDERGRADUATES IN SKETCHING CLASSES

Sukharev A.I., Savluchinskaya N.V. 166

REVIEWS

SYSTEMATIZATION OF SCIENTIFIC DATA AS A MECHANISM
FOR SELECTING THE CONTENT OF METHODOLOGICAL TRAINING
OF TEACHERS TO WORK WITH FAMILIES OF YOUNG CHILDREN

Lapp E.A., Rezanova E.V. 172

ABOUT THE COMPREHENSIVE REHABILITATION OF PEOPLE
WITH SPEECH DISORDERS

Uklonskaya D.V., Chereshneva V.E., Berdnikovich E.S. 179

Physical and Mathematical Sciences (1.3.3 Theoretical Physics)

ARTICLE

PARALLEL COMPACT MODELING OF QUANTUM CIRCUITS

Tyryshkin S.Yu. 185

СТАТЬИ

УДК 681.5:664.681.2
DOI 10.17513/snt.40273

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ МОНИТОРИНГА ПРОИЗВОДСТВА ВАФЕЛЬ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА

Антонов С.В.

*ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет»,
Москва, e-mail: antonov@mirea.ru*

Целью работы являлась разработка концептуальной модели мониторинга технологических процессов на примере производства вафель. Предлагаемая концептуальная модель и комплекс методов и алгоритмов ориентированы на применение в условиях многорецептурного пищевого производства, где реализуется множество технологических процессов, для которых актуально использование технологии цифровых двойников. Результаты ранее проведенных исследований были адаптированы под новые производственные условия, ключевым аспектом которых являлась привязка цифрового двойника технологического процесса к партии вафель. Применимость концептуальной модели мониторинга технологических процессов стал высокий уровень автоматизации и цифровизации производства, при котором технология цифровых двойников может быть эффективно реализована. В статье рассмотрен состав концептуальной модели мониторинга технологических процессов производства вафель, описаны изменения и некоторые вопросы, необходимые для ее дальнейшего внедрения. В обобщенном виде представлены концептуальная и математическая модели системы мониторинга на основе технологии цифровых двойников. Полученная математическая модель мониторинга на основе теории множеств, разработанные методы создания, представления, определения и модификации, а также алгоритмы создания, фиксации значений параметров и ресурсного обеспечения технологических процессов при их внедрении формируют основу для дальнейшей цифровой трансформации предприятия и повышения его эффективности.

Ключевые слова: автоматизация, цифровой двойник, концептуальная модель, цифровизация, мониторинг, умное производство, вафли

CONCEPTUAL MODEL FOR MONITORING WAFFLES PRODUCTION BASED ON DIGITAL TWIN TECHNOLOGY

Antonov S.V.

MIREA – Russian technological university, Moscow, e-mail: antonov@mirea.ru

The purpose of the work was to develop a conceptual model for monitoring technological processes, using waffle production as an example. The proposed conceptual model and set of methods and algorithms are intended for application in multi-recipe food production, conditions that implement numerous technological processes, where the use of digital twins is especially relevant. The results of previous studies were adapted to new production conditions, with a key adjustment being the linking of the digital twin of the technological process to a specific batch of waffles. A high level of automation and digitalization of production processes was identified as a critical condition for the applicability of this approach, ensuring that digital twin technology can be effectively implemented. The paper considers the composition of the conceptual model for monitoring technological processes of waffle production, describes the changes and details necessary for its further implementation. The conceptual and mathematical model of the monitoring system based on digital twin technology are presented in a generalized form. The resulting mathematical model of monitoring based on set theory, the developed methods of creation, presentation, definition and modification, as well as algorithms for creation, recording of parameter values and resource provision of technological processes during their implementation form the basis for further digital transformation of the enterprise and increasing its efficiency.

Keywords: automation, digital twin, conceptual model, smart production, digitalization, monitoring, waffles

Введение

Современное производство характеризуется повсеместным применением перспективных информационных технологий на всех стадиях жизненного цикла изделия. Широкая цифровая трансформация производств различных отраслей поддерживается не только на уровне управления предприятием из-за необходимости обеспечивать его конкурентоспособность, но и на государственном уровне. В России действует проект «Умное производство» стратегического развития предприятий в

области цифровой трансформации согласно распоряжению Правительства РФ от 6 ноября 2021 г. № 3142-р [1]. Однако рыночный спрос вынуждает производить кастомизированный продукт для удовлетворения потребностей большего числа потребителей и увеличения объема продаж [2].

Пищевое производство также развивается в соответствии с указанными выше программами развития. Однако в отрасли кондитерского производства (и вафель, в частности) наблюдается тенденция применения последних научных исследований

по улучшению рецептур [3] и совершенствованию технологии производства [4] без рассмотрения вопросов цифровизации процессов и сбора данных.

Проводя обзор публикаций по теме исследования, можно обнаружить, что в работе [5] рассматривается вопрос использования цифрового двойника производства вафель, который бы позволял выполнять моделирование процессов еще на стадии проектирования. В статье [6] приводится подход к снижению себестоимости изделий из вафель через изменение рецептуры и введение системы управления отходами. В работе [7] предлагается интеллектуальный программно-аппаратный комплекс управления качеством кондитерских изделий.

Подходы в большинстве рассмотренных работ сложно отнести к концепции развития умного производства [1], а также эти работы не выводят отрасль и существующие подходы на качественно новый технологический уровень, хотя в современных ИТ-решениях потребность сохраняется [8]. По-прежнему в кондитерской отрасли остаются нерешенными задачи обеспечения эффективного сбора и контроля данных о протекающих технологических процессах, организации единого информационного пространства и мониторинга параметров выпускаемых изделий на всех стадиях их жизненного цикла [9], а также обеспечения безопасности рецептур выпускаемых изделий [10].

Таким образом, можно утверждать, что отрасль кондитерского производства нуждается в разработке решений, которые позволили бы существенно продвинуться в модернизации действующих предприятий и проектировании новых. Учитывая малое количество публикаций по теме работы, проведение исследований в данном направлении актуально для обеспечения цифровой трансформации предприятий, их устойчивого развития и обеспечения конкурентоспособности.

Цель исследования – разработка концептуальной модели мониторинга технологических процессов на примере производства вафель для повышения его эффективности с применением технологии цифровых двойников.

Материал и методы исследования

Концептуальная модель мониторинга технологических процессов производства вафель строилась на основе комплекса соответствующих методов и алгоритмов, а также на базе ряда предшествующих исследований, изложенных в работах [11, 12]. В этих работах комплекс методов и алгоритмов рассматривался применительно к ма-

шиностроительному производству, но объект исследования был изменен на технологический процесс производства вафель по причине недостатка необходимых производственных данных. Можно отметить общность условий технологического процесса многорецептурного производства вафель и мелкосерийного многономенклатурного технологического процесса обработки материалов резанием, где можно выделить:

- многорецептурность (многономенклатурность) производства (большой ассортимент вафель с разными начинками, фасовками продукции и пр.), т.е. реализацию множества технологических процессов;
- применимость цифровых двойников для сбора производственных данных [12];
- потенциал повышения эффективности производства за счет систематизации несвязанных данных по разным технологическим процессам, партиям, рецептурам, которые реализуются в рамках одной производственной площадки (одного цеха);
- высокий уровень автоматизации производства и сбора данных на разных стадиях жизненного цикла изделия, наличие основы для организации единого информационного пространства предприятия.

Ранее в работе [12] были предложены: концептуальная структура, объектно-ориентированная структура параметров и ресурсов, метод определения, метод создания цифрового двойника технологического процесса и основы методики. В статье [11] была описана методика мониторинга машиностроительного технологического процесса, формализованная в нотации IDEF0 и IDEF3, реализующая функции загрузки и коррекции цифрового двойника, ресурсного определения, фиксирования параметров и анализа данных на основе принципов разработки информационного программного обеспечения, позволяющая формировать цифровой паспорт изделия, отчетность и логи, обеспечивая цифровую трансформацию предприятия [13].

Путем применения методов системного анализа, а также функционального и объектно-ориентированного подходов к моделированию исследование было адаптировано к условиям многорецептурного производства вафель в соответствии с его особенностями.

В отличие от работы [5], в настоящем исследовании рассматривается вопрос создания цифрового двойника технологического процесса, содержащего информацию о его параметрах и ресурсном обеспечении в режиме реального времени, когда как в подавляющем большинстве работ по данной тематике была поставлена задача разработки цифрового двойника объекта автоматизи-

зации или производства. Однако в работах [14, 15] по теме мониторинга производства вафель решение задачи строится на анализе рисков и критических контрольных точек (ХААСП).

Результаты исследования и их обсуждение

А. Условия применения предлагаемого комплекса методов и алгоритмов

Несмотря на то что задачей системы мониторинга технологических процессов производства вафель и конечной целью работы являлось повышение эффективности производства вафель, предложенные подходы требовали определенной основы для их разработки и последующей реализации. С учетом ранее обсужденных условий методы и алгоритмы характеризуются тем, что:

- позволяют осуществлять эффективный сбор и хранение данных о технологических процессах на основе их систематизации и применения цифровых двойников на уровне цеха;
- обладают гибкостью и масштабируемостью на уровне цеха;
- позволяют выполнять мониторинг процессов в режиме реального времени;

– обеспечивают выполнение оперативного контроля данных технологического процесса и его ресурсного обеспечения, а также постпроизводственного анализа.

Б. Концептуальная модель мониторинга технологических процессов производства вафель

После получения требований и условий мониторинга технологических процессов производства вафель стало возможным формирование новой концептуальной модели мониторинга технологических процессов.

Основной научной идеей является использование двух типов цифровых двойников – α -ЦД и β -ЦД. На основе этой идеи была сформирована концептуальная модель мониторинга технологических процессов, состоящая из комплекса методов и алгоритмов для формирования обоих типов цифровых двойников (рис. 1). Концептуальная модель мониторинга, алгоритмы и методы мониторинга применительно к технологическому процессу производства вафель, использование данных рецептуры и реального технологического процесса при ее реализации позволят получить методику мониторинга в условиях производства вафель классических.

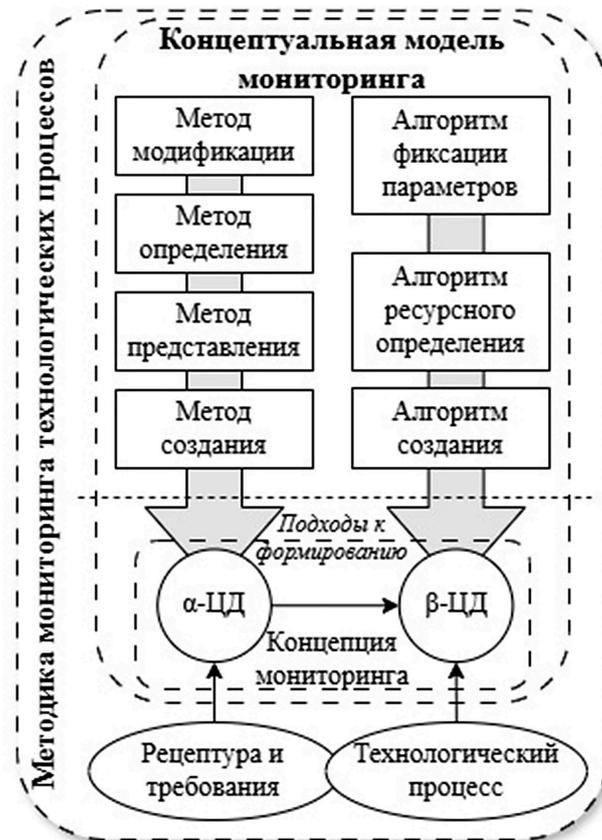


Рис. 1. Концептуальная модель мониторинга технологических процессов производства вафель

В. Адаптация методов и алгоритмов под концептуальную модель мониторинга производства вафель

Для адаптации предложенных ранее цифровых двойников обоих типов была выполнена коррекция их характеристик. В условиях многорецептурного производства вафель привязка цифровых двойников выполняется не к каждому изделию, а к партии из-за особенностей маркировки изделий и объема их выпуска. Тип α -ЦД должен формироваться уже на стадии разработки рецептуры и корректироваться технологом, а β -ЦД – аналогично, но уже на стадии производства, и включать параметры технологического процесса и его ресурсного обеспечения. Так, метод представления включает стадии производства вафель, а конечным экземпляром является параметр группы, а не изделия.

С помощью теории множеств были описаны отображения множеств параметров (Δ), технологических процессов (Γ) и множеств двойников (A и B). Причем отображения f_1 и f_2 не обладают свойствами инъективности, сюръективности или биективности

(рис. 2а), так как некоторые технологические процессы могут быть не запущены в производство, как и α -ЦД. Отображения f_3, f_4 и f_5 сюръективны (рис. 2б), так как соблюдается соответствие каждому элементу множеств параметров (Δ) множеств цифровых двойников (A и B) и технологических процессов (Γ). Такая математическая модель позволяет наложить ограничения на будущую информационную систему мониторинга технологических процессов производства вафель, а также получить оценки объемов хранилищ, необходимых для ведения баз данных.

Метод определения накладывает ограничения на количества полей в цифровом двойнике, которые имеют свои значения. α -ЦД становится определенным на этапе запуска производства, так как требования к нему должны быть сформированы в самом начале. β -ЦД становится определенным после фиксации ресурсного обеспечения. Оба типа цифровых двойников становятся полностью определенными на этапе завершения заказа и теста партии на качество.

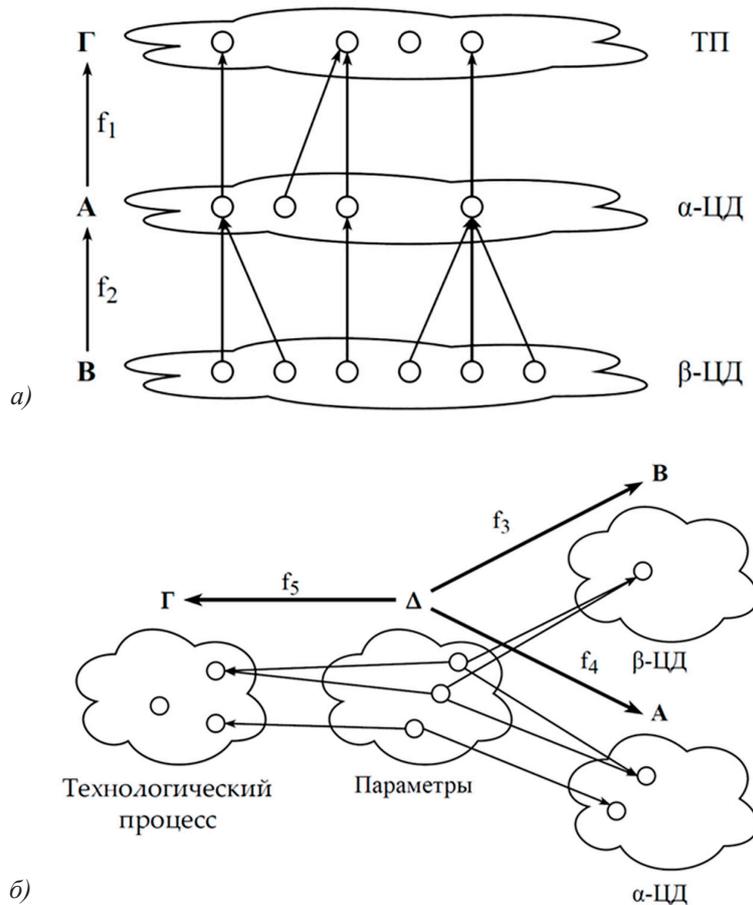


Рис. 2. Отображение множеств цифровых двойников, параметров и процессов

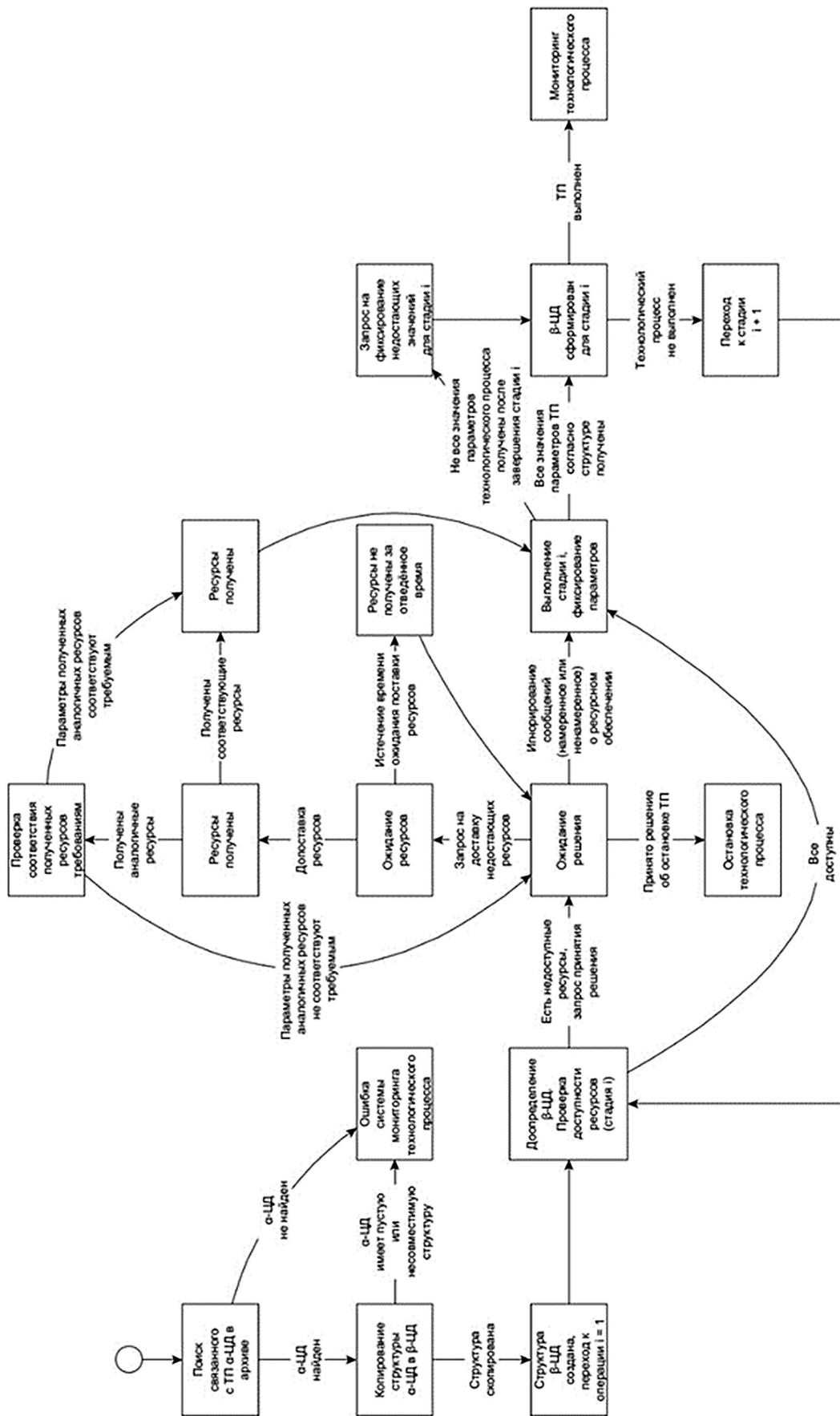


Рис. 3. Обобщенный алгоритм применения β-ЦД для фиксации параметров и ресурсного обеспечения технологического процесса

Структура, а также методы создания, внешней и внутренней модификации цифровых двойников с учетом ранее обозначенных изменений остались прежними.

Обобщенный алгоритм фиксации параметров и ресурсного обеспечения технологического процесса показан на рисунке 3.

Алгоритмическая часть модели предполагает загрузку цифровых двойников с проверкой корректности, заключающейся в анализе уникальности имен параметров технологического процесса, верификации критериев определенности полей и контроле версии на основе результатов исполнения метода модификации.

Алгоритм загрузки α -ЦД осуществляет поиск соответствующего цифрового двойника совместно с информированием оператора об успешности выполнения задачи. Согласно структуре цифрового двойника, которая рассматривалась ранее в статье [12], на этом этапе при необходимом ограничении прав доступа не могут быть изменены требования (допуски) к фиксируемому и контролируемым параметрам технологического процесса, параметрам работы оборудования, ресурсам, персоналу и т.д. Значения, которые вносятся в цифровой двойник в виде фиксируемых в процессе производства партии изделий, автоматически связываются с партией, системой или работником, который их внес, и оборудованием, чтобы в будущем при необходимости отследить причинно-следственную связь возможных ошибок, аварий и неполадок.

Алгоритмы ресурсного обеспечения и фиксации параметров выполняются итерационно для каждой стадии технологического процесса производства вафель. Для ресурсов рассмотрены подзадачи их проверки в соответствии с требованиями из α -ЦД и допоставки при необходимости. Фиксация параметров предлагает оперативное сопоставление получаемых в ходе реализации технологического процесса значений с заданными диапазонами (из α -ЦД), реализацию сценариев внесения значений в β -ЦД в ручном режиме, дополнительную фиксацию параметров, сопоставление полученных значений со списками фиксируемых и контролируемых параметров.

Заключение

Концептуальная модель, а также методы и алгоритмы в ее составе позволят создавать системы автоматизированного мониторинга технологических процессов производства вафель, а при их модификации – аналогичные системы для других тех-

нологических процессов. Систематизация производственных данных и установление непосредственной связи между партией и технологическим процессом ее производства обеспечивают цифровую трансформацию предприятия с перспективой повышения эффективности его деятельности.

Предложенная в данной работе концептуальная модель мониторинга технологических процессов производства вафель позволяет адаптировать современные ИТ-технологии к пищевой промышленности и задачам мониторинга технологических процессов, определяет подходы применения технологии цифровых двойников для сбора и систематизации данных этих технологических процессов, способствует модификации и развитию существующих подсистем сбора и анализа данных АСУ ТП.

Список литературы

1. Распоряжение Правительства РФ от 06.11.2021 г. N 3142-р «Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности.» 2021. 12 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202111090018> (дата обращения: 13.11.2024).
2. Жукова Ю.С., Ларинина Т.И. Обоснование необходимости расширения ассортимента печенья на основе стратегического анализа предприятия кондитерской промышленности // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2022. № 4. С. 10-15. DOI: 10.24412/2311-6447-2022-4-10-15.
3. Устинова Ю.В., Шевченко Т.В., Попов А.М., Плотников К.Б., Ермолаева Е.О., Миллер Е.С. Разработка рецептуры и качественных характеристик продуктов питания на основе злаков // Вестник ВГУИТ. 2022. Т. 84, № 1(91). С. 43-48. DOI: 10.20914/2310-1202-2022-1-43-48.
4. Hovhannisyann N., Abrahamyan S., Badalyan A., Abrahamyan V., Grigoryan V., Abovyan A., Grigoryan L. Development of technology for the production of Dutch waffles (stroopwafels) from using domestic soybean flour // Bioactive Compounds in Health and 2024. Vol. 7. Is. 8. P. 348–360. DOI: 10.31989/bchd.v7i8.1409.
5. Гарев К.В., Карелина Е.Б., Благовещенская М.М., Клехо Д.Ю., Благовещенский И.Г. Автоматизация технологического процесса производства вафель и возможность использования цифрового двойника в качестве инновационного инструмента // Интеллектуальные системы и технологии в отраслях пищевой промышленности: сборник материалов конференции: сборник материалов конференции (23 апреля 2019 г.). М.: Издательство МГУПП, 2019. С. 40–46.
6. Ashwini H.D., Sanjana V., Neelagund S.E., Sandeepa D.N., Sneha B.S., Ajay K.R. Mitigating Waste through Valorization of Waffle Cones: Exploring the Potential of Banana Peel and Jackfruit Seeds in Sustainable Waste Management Solutions // International Journal of Innovative Science and Research Technology (IJISRT). 2024. Vol. 9, Is. 9. P. 474–481. DOI: 10.38124/ijisrt/IJISRT24SEP818.
7. Музыка М.Ю., Благовещенский И.Г., Благовещенский В.Г., Головин В.В., Благовещенская М.М., Качура И.А. Технические решения для реализации программно-аппаратного комплекса управления качеством пищевой продукции // Вестник ВГУИТ. 2021. Т. 83, № 4(90). С. 49-56. DOI: 10.20914/2310-1202-2021-4-49-56.
8. Али Б.А. Цифровые технологии в развитии пищевой промышленности // Вестник Академии знаний. 2020. № 41(6). С. 23-27. DOI: 10.24412/2304-6139-2020-10754.

9. Благовещенский В.Г., Клягин М.М., Серебрянкин, В.А. Обучение работников ручной сборке изделий с использованием интерактивного сопровождения и машинного зрения // Автоматизация. Современные технологии. 2024. Т. 78, № 4. С. 188-192. DOI: 10.36652/0869-4931-2024-78-4-188-192.
10. Мистенева С.Ю., Щербакова Н.А., Савенкова Т.В., Мизинчикова И.И. Комплексная фортификация рецептурного состава как основа создания мучных кондитерских изделий // Пищевая промышленность. 2020. № 12. С. 41-47. DOI: 10.24411/0235-2486-2020-10142.
11. Антонов С.В. Функциональное моделирование системы мониторинга технологических процессов на основе концепции цифрового двойника // Автоматизация. Современные технологии. 2023. Т. 77, № 8. С. 345-351. DOI: 10.36652/0869-4931-2023-77-8-345-351.
12. Холопов В.А., Антонов С.В., Курнасов Е.В., Каширская Е.Н. Разработка и применение цифрового двойника машиностроительного технологического процесса // Вестник машиностроения. 2019. № 9. С. 37-43.
13. Курнасов Е.В., Шапетько Л.А. Микросервисная информационно-управляющая система для цифровизации документооборота проектов АСУ ТП // Автоматизация. Современные технологии. 2024. Т. 78, № 1. С. 41-47. DOI: 10.36652/0869-4931-2024-78-1-41-47.
14. Астахова Н.В., Ермолаева Е.О., Трофимова Н.Б. Разработка системы менеджмента безопасности пищевых продуктов на основе принципов ХАССП при производстве вафель шоколадных // Пищевая промышленность. 2020. № 5. С. 39-43. DOI: 10.24411/0235-2486-2020-10053.
15. Резниченко И.Ю., Чистяков А.М. Особенности внедрения процедур, основанных на принципах ХАССП, для обогащенных мучных кондитерских изделий // Хранение и переработка сельхозсырья. 2020. № 1. С. 99-109. DOI: 10.36107/spfr.2020.207.

УДК 004.852
DOI 10.17513/snt.40274

К ВОПРОСУ ОБ АВТОМАТИЗАЦИИ КОНТРОЛЯ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ И МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Выборнов И.И., Пиотровский Д.Л.

ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет», Москва,
e-mail: pobinput@gmail.com, piotrovsky2005@yandex.ru

Целью работы является получение адекватного автоматического алгоритма контроля сварных соединений. В статье рассмотрены перспективы автоматизации контроля сварных соединений с применением метода ультразвукового контроля и алгоритмов машинного обучения. На основе математического моделирования ультразвукового сигнала, который отражает особенности сварного соединения и показывает возможные дефекты в нем, разработан алгоритм, использующий дерево решений для классификации дефектов сварных соединений. В работе показаны этапы построения модели ультразвукового сигнала, детального анализа его характеристик и последовательного применения алгоритмов машинного обучения для автоматической диагностики дефектов. Предложенный подход сочетает в себе точность методов неразрушающего контроля, удобство автоматизации процессов и эффективность современных вычислительных технологий. Особое внимание уделено выбору оптимальной архитектуры алгоритма, параметров математического моделирования и составу обучающих данных, что обеспечивает высокую надежность и дополнительный уровень контроля. Приведенные результаты демонстрируют высокую эффективность предложенного подхода в сравнении с традиционными методами контроля, что открывает широкие перспективы для его внедрения в промышленные процессы. Такие методы позволяют значительно сократить время анализа, повысить точность классификации дефектов, минимизировать вероятность ошибок и оптимизировать общую производительность систем контроля качества.

Ключевые слова: автоматизация контроля, сварные соединения, ультразвуковой контроль, алгоритмы машинного обучения, математическое моделирование, дерево решений, классификация дефектов, неразрушающий контроль

ON THE ISSUE OF AUTOMATION OF WELDED JOINT TESTING USING ULTRASONIC TESTING (UT) AND MACHINE LEARNING METHODS

Vybornov I.I., Piotrovskiy D.L.

Russian Technological University, Moscow,
e-mail: pobinput@gmail.com, piotrovsky2005@yandex.ru

The aim of the work is to obtain an adequate automatic algorithm for testing welded joints. The article considers the prospects for automation of welded joint testing using the ultrasonic testing method and machine learning algorithms. Based on mathematical modeling of the ultrasonic signal, which reflects the features of the welded joint and shows possible defects in it, an algorithm has been developed that uses a decision tree to classify welded joint defects. The paper shows the stages of constructing an ultrasonic signal model, a detailed analysis of its characteristics and the sequential application of machine learning algorithms for automatic defect diagnostics. The proposed approach combines the accuracy of non-destructive testing methods, the convenience of process automation and the efficiency of modern computing technologies. Particular attention is paid to the selection of the optimal algorithm architecture, mathematical modeling parameters and the composition of the training data, which ensures high reliability and an additional level of control. The presented results demonstrate the high efficiency of the proposed approach in comparison with traditional control methods, which opens up broad prospects for its implementation in industrial processes. Such methods can significantly reduce the analysis time, increase the accuracy of defect classification, minimize the likelihood of errors and optimize the overall performance of quality control systems.

Keywords: automation of testing, welded joints, ultrasonic testing, machine learning algorithms, mathematical modeling, decision tree, defect classification, non-destructive testing

Введение

Сварные соединения являются ключевым элементом конструкции многих промышленных объектов – от мостов и трубопроводов до авиационных и космических аппаратов. Надежность этих соединений напрямую зависит от качества сварки, что требует применения высокоэффективных методов контроля. Одним из наиболее популярных методов оценки качества сварных соединений является ультразвуковая дефектоскопия, которая позволяет детектировать как поверхностные, так и объемные дефекты [1].

Традиционно ультразвуковое обследование требует участия квалифицированных специалистов для интерпретации сигналов и постановки диагноза. Однако с развитием технологий автоматизации и машинного обучения появляется возможность значительного повышения эффективности этого процесса. В данной статье рассматривается подход к автоматизации контроля сварных соединений с помощью математического моделирования ультразвукового сигнала и использования алгоритмов машинного обучения для классификации дефектов.

Цель исследования – получение адекватного автоматического алгоритма контроля сварных соединений.

Материалы и методы исследования

Метод ультразвукового контроля. Ультразвуковой контроль основан на распространении ультразвуковых волн через материал и регистрации их отражений от различных неоднородностей, таких как дефекты (треск, поры, недостаточная проходимость шва и т.д.).

Основными компонентами ультразвукового оборудования являются [2, с. 6–8]:

- электроакустический преобразователь;
- приемник ультразвуковых волн;

- специальные датчики для передачи и приема сигнала;

- компьютерная система для обработки полученных данных.

Процесс контроля включает в себя следующие этапы:

- 1) генерация ультразвукового сигнала;
- 2) прохождение сигнала через материал;
- 3) отражение от дефектов (или отсутствие дефектов);
- 4) анализ отраженного сигнала для выявления характеристик дефекта.

В рамках данной работы моделирование выходного сигнала по методу ультразвукового контроля проводилось на математической модели, заданной следующими формулами:

1. Для соединения без дефектов (1–3):

$$y(t) = \begin{cases} r(t), & \text{если } r(t) > a \\ f(r(t), x_2(t)), & \text{если } r(t) > b \\ 0, & \text{если } r(t) \leq b \end{cases} \quad (1)$$

$$r(t) = k * t \quad (2)$$

$$x_2(t) = 2 * |u(t)| \quad (3)$$

2. Для соединения с дефектом типа «непровар» [3, с. 49] (4–5):

$$y(t) = \begin{cases} r(t), & \text{если } r(t) > a \\ f(r(t), x_2(t)), & \text{если } b < r(t) \leq a \\ 0, & \text{если } r(t) \leq b \end{cases} \quad (4)$$

$$x_2(t) = 2 * |u_1^2(t) + u_2^2(t)| \quad (5)$$

3. Для соединения с дефектом типа «трещина» [3, с. 49] (6–7):

$$y(t) = \begin{cases} r(t), & \text{если } r(t) > a \\ f(r(t), x_2(t)), & \text{если } b < r(t) \leq a \\ 0, & \text{если } r(t) \leq b \end{cases} \quad (6)$$

$$x_2(t) = 2 * |2 * u_1^2(t) + 2 * u_2^2(t) + u_3^2(t) + u_4^2(t)| \quad (7)$$

4. Для соединения с дефектом типа «пора» [3, с. 49] (8–9):

$$y(t) = \begin{cases} r(t), & \text{если } r(t) > a \\ f(r(t), x_2(t)), & \text{если } b < r(t) \leq a \\ 0, & \text{если } r(t) \leq b \end{cases} \quad (8)$$

$$x_2(t) = 2 * |u_1^2(t) + u_2^2(t) + 2 * u_3^2(t) + 2 * u_4^2(t)| \quad (9)$$

Здесь $u(t)$ – входной сигнал, $r(t)$ – линейно возрастающий сигнал, $f(r(t), x_2(t))$ – итоговая функция зависимости $r(t)$ от $x_2(t)$, t – переменная времени, k , a и b – константы.

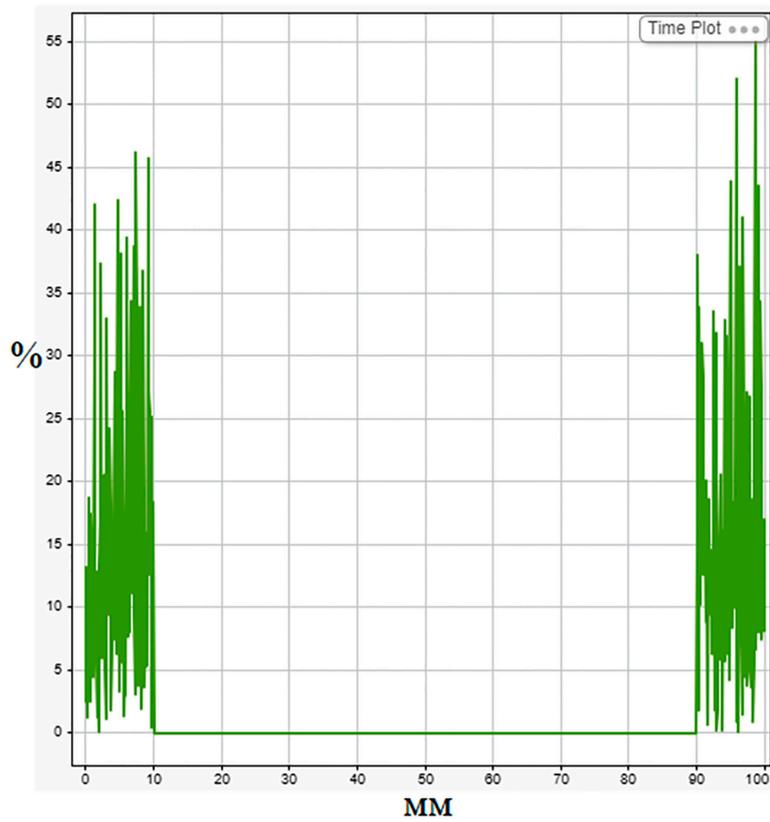


Рис. 1. Выходной сигнал для соединения без дефектов

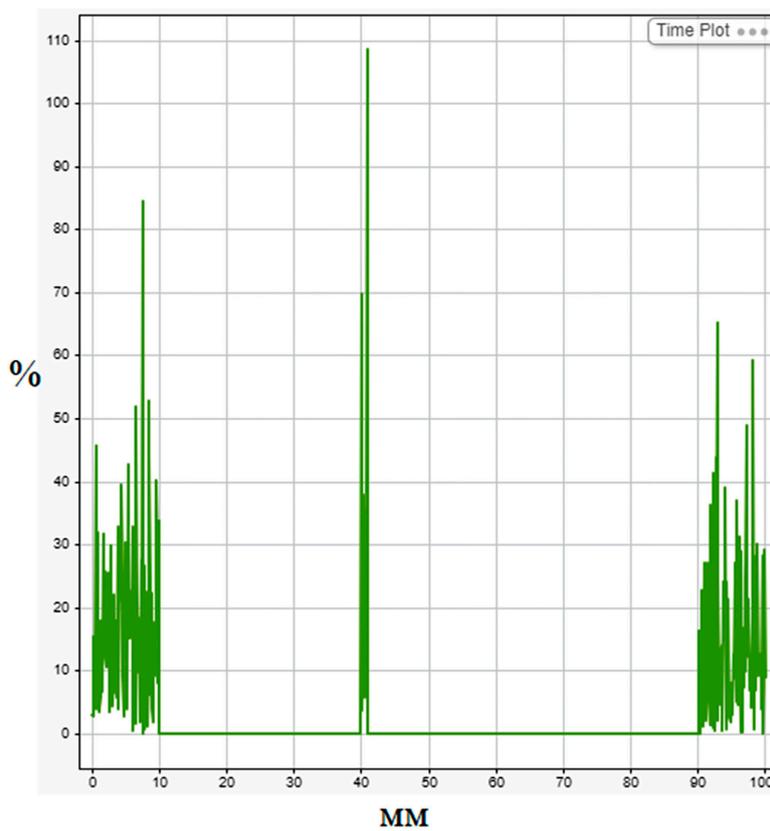


Рис. 2. Выходной сигнал для соединения с непроваром

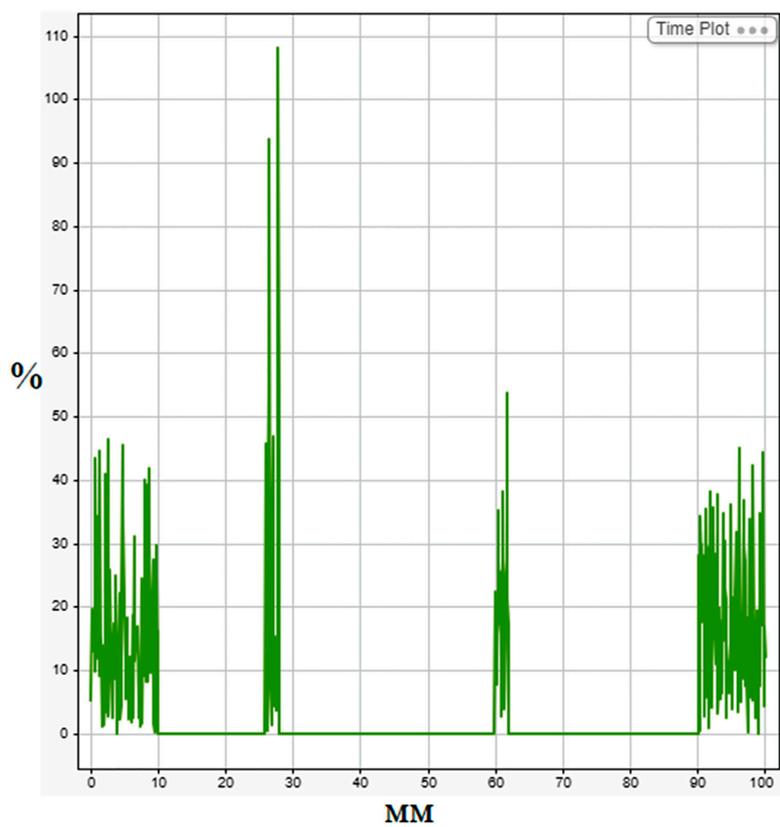


Рис. 3. Выходной сигнал для соединения с трещиной

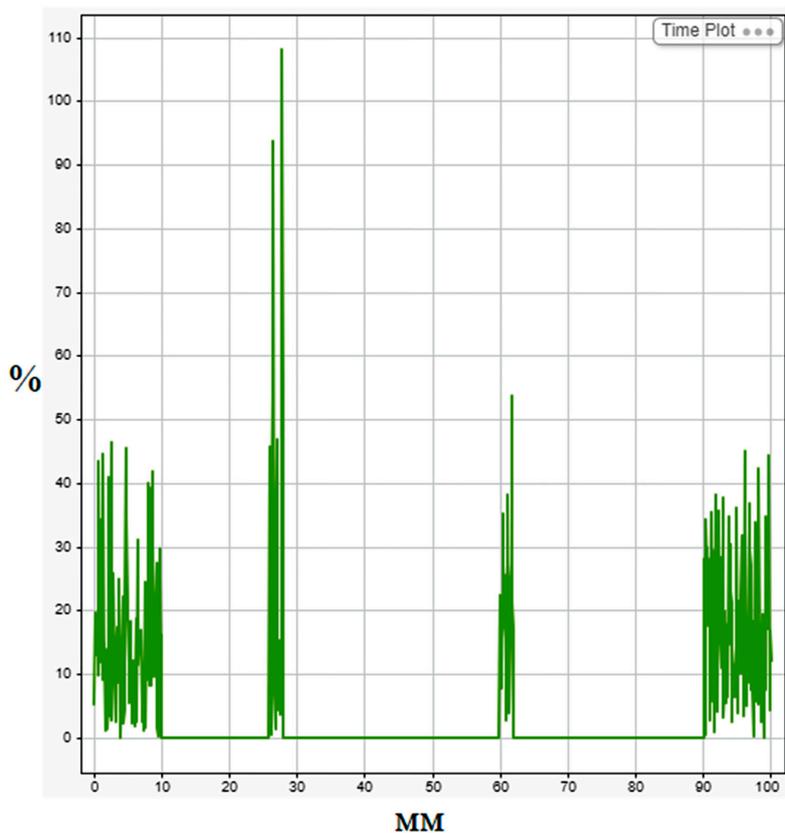


Рис. 4. Выходной сигнал для соединения с порой

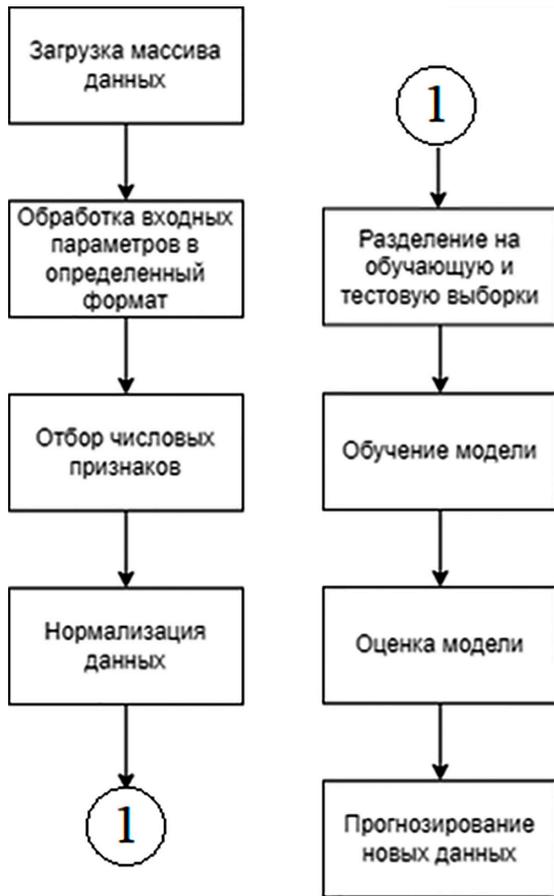


Рис. 5. Блок-схема алгоритма автоматической оценки на основе метода деревьев решений

Параметры входного сигнала выглядят следующим образом: частота ультразвукового сигнала 5 МГц, амплитуда 10 В, длительность импульса 2 мкс. Для каждой модели дефекта были заданы параметры: глубина дефекта от 1 до 10 мм, его ширина от 0,5 до 3 мм. В качестве помехи было использовано случайное число, чтобы смоделировать реальные помехи ультразвукового оборудования. Таким образом, для рассмотренных ранее случаев были получены графики, соответствующие реальным, представленные на рисунках 1–4.

Информация, представленная на рисунках 1–4, позволила установить набор вы-

ходных графиков смоделированного ультразвукового сигнала. Каждый из них был взят с разными значениями 100 раз для каждого типа дефекта, чтобы сформировать обучающую выборку для алгоритма с использованием дерева решений. Объем выборки был определен исходя из ограничения вычислительных ресурсов и целей демонстрации концепции. Дополнительное тестирование на синтетических данных подтвердило устойчивость алгоритма при небольшом размере выборки.

В рамках данной работы дерево решений представляет собой древовидную структуру, где узлы отражают проверяемые параметры ультразвукового сигнала, а ветви указывают на возможные типы дефектов или их отсутствие [4].

Таким образом, процесс классификации строится на следующих перечисленных этапах [5; 6, с. 14–19; 7]:

- 1) сбор и обработка данных смоделированного ультразвукового сигнала;
- 2) создание обучающей базы данных, где каждый смоделированный выходной сигнал имеет подпись с типом дефекта, либо же его отсутствием;
- 3) разделение данных на две выборки: обучающую и тестовую;
- 4) обучение модели дерева решений на обучающей выборке и выявление на ее основе правил классификации;
- 5) тестирование и оценка эффективности модели на основе тестовой выборки.

Блок-схема разработанного алгоритма представлена на рисунке 5.

Результаты исследования и их обсуждение

Для обучения модели понадобилось расширить количество обучающих примеров. Для каждого типа дефекта был составлен набор из 100 примеров, то есть для полного обучения был составлен датасет из 400 примеров. Несмотря на не слишком большое количество данных для обучения, оценка модели составила 100%. Данные оценки модели представлены на рисунке 6.

	precision	recall	f1-score	support
neprovar	1.00	1.00	1.00	18
no_diff	1.00	1.00	1.00	26
pora	1.00	1.00	1.00	18
trechina	1.00	1.00	1.00	18
accuracy			1.00	80
macro avg	1.00	1.00	1.00	80
weighted avg	1.00	1.00	1.00	80

Рис. 6. Результаты оценки модели

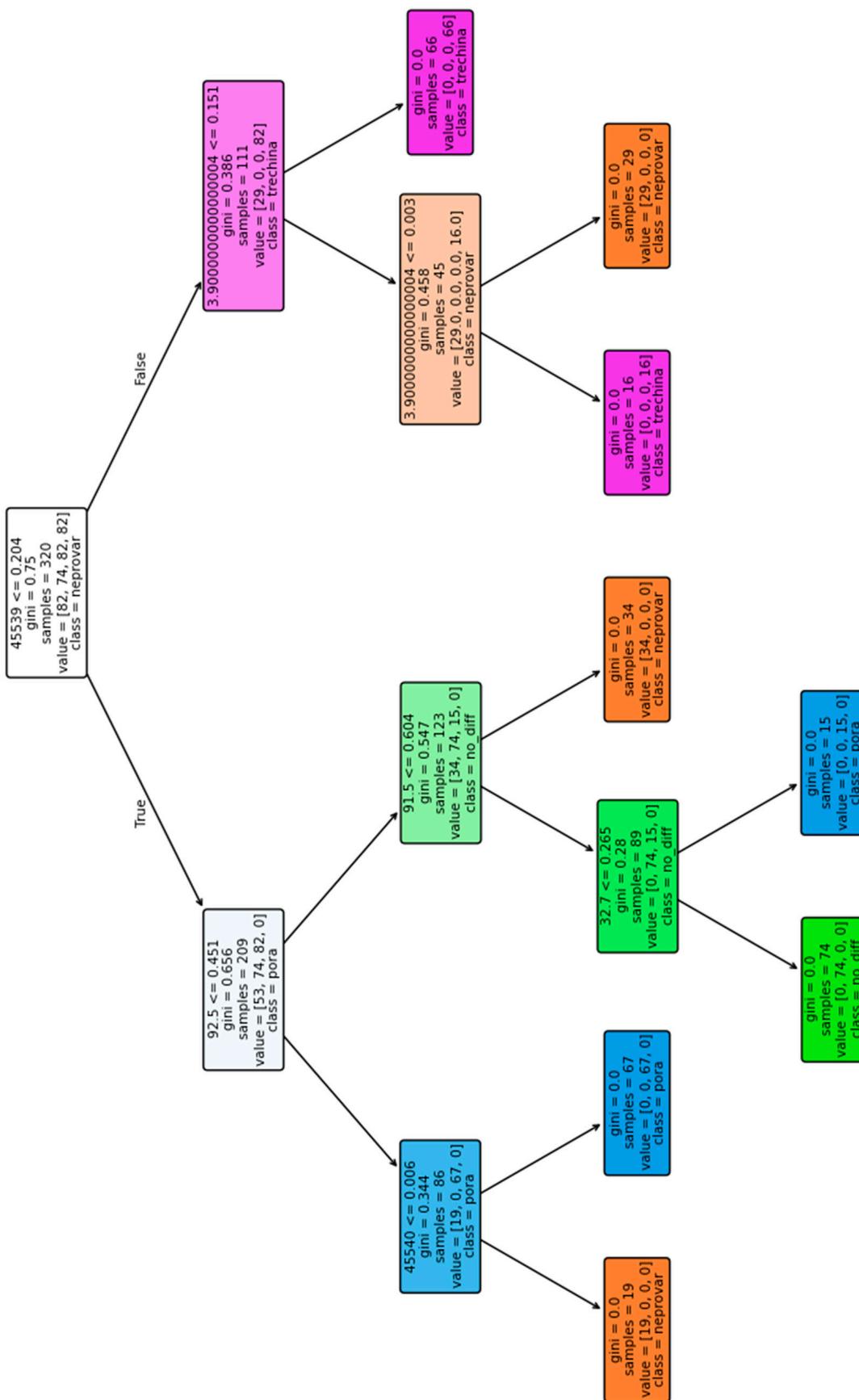


Рис. 7. Визуализация алгоритма

Здесь представлены точность предсказания модели и средние показатели модели. Точность составляет 1.00, т.е. 100%. Визуализация алгоритма дерева решений представлена на рисунке 7.

Здесь можно отследить работу алгоритма, а именно какие признаки модель считает наиболее значимыми для каждого типа дефекта.

Преимущества автоматизированного контроля сварных соединений с использованием ультразвукового метода и алгоритмов машинного обучения играют важную роль в современных производственных процессах. Среди ключевых достоинств такого подхода можно выделить:

1) высокую точность и оперативность проверки, что особенно актуально в условиях массового производства, где важно своевременно обнаруживать дефекты;

2) минимизацию человеческого фактора, что снижает риск ошибок, связанных с субъективной интерпретацией результатов ультразвукового контроля;

3) автоматическое принятие решений, основанное на анализе объективных данных, что значительно ускоряет процесс диагностики и повышает уровень надежности системы.

Перспективы применения данного метода выходят за рамки простого контроля качества. Они включают его интеграцию с современными системами мониторинга производственных процессов. Кроме того, использование таких технологий в реальном времени открывает возможности для автоматической диагностики, позволяя не только выявлять дефекты на стадии сборки, но и предотвращать их возникновение во время эксплуатации оборудования.

Заключение

Автоматизация контроля сварных соединений с использованием ультразвукового контроля и методов машинного обучения открывает новые возможности для повышения качества и надежности промышленных изделий. Математическое моделирование ультразвукового сигнала и алгоритм классификации дефектов на основе дерева решений позволяют значительно улучшить процесс контроля, ускорить диагностику и снизить влияние субъективных факторов. В дальнейшем стоит ожидать дальнейшего совершенствования технологий и их применения в реальной производственной практике.

Список литературы

1. Желнина А.Т. Ультразвуковой контроль сварных соединений // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2018. Т. 2, № 14. С. 556-558.
2. Коновалов С.И., Кузьменко А.Г. Особенности импульсных режимов работы электроакустических пьезоэлектрических преобразователей. СПб.: Политехника, 2014. 294 с.
3. Кретов Е.Ф. Ультразвуковая дефектоскопия в машиностроении. М.: СВЕИ, 2014. 309 с.
4. Полин Я.А., Зудилова Т.В., Ананченко И.В., Войтук Т.Е. Деревья решений в задачах классификации: особенности применения и методы повышения качества классификации // Современные наукоемкие технологии. 2020. № 9. С. 59-63. URL: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=38215> (дата обращения: 25.11.2024). DOI: 10.17513/snt.38215.
5. Bowler A.L., Pound M.P., Watson N.J. A review of ultrasonic sensing and machine learning methods to monitor industrial processes // Ultrasonics. 2022. Т. 124. DOI: 10.1016/j.ultras.2022.106776.
6. Груздев А.В. Прогнозное моделирование в IBM SPSS Statistics и R. Метод деревьев решений. М.: ДМК-Пресс, 2016. 278 с.
7. Кафтаников И.Л., Парасич А.В. Особенности применения деревьев решений в задачах классификации // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». 2015. Т. 15, № 3. С. 26-32. DOI: 10.14529/ctcr150304.

УДК 621.923

DOI 10.17513/snt.40275

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕНОСА ПРОДУКТОВ ИЗНОСА ПРИ ШЛИФОВАНИИ КРУГАМИ ИЗ КУБИЧЕСКОГО НИТРИДА БОРА

Носенко В.А., Кузнецов С.П., Сердюков Н.Д., Захаров А.С.

ФГБОУ ВО «Волжский политехнический институт» (филиал)

Волгоградский государственный технический университет,

Волжский, email: semen1894@yandex.ru

Целью исследования является изучение закономерностей переноса продуктов износа кубического нитрида бора при шлифовании. Шлифование и царапание осуществляли на станке с числовым программным управлением *CHEVALIER Smart-B1224III*, профилограммы царапин получены профилометром *Surfrest SJ-410*, морфологию поверхности исследовали на растровом двухлучевом электронном микроскопе *Versa 3D LoVac*. Проведенные опыты по царапанию титана единичным зерном кубического нитрида бора свидетельствуют о причинно-следственной связи между шаржированием и самозатачиванием: в результате микроскалывания абразивного материала происходит самозатачивание зерна, образовавшиеся при этом продукты износа внедряются в обработанную поверхность. В результате анализа пикселей цифровых полутоновых изображений продуктов износа определен порог бинаризации, при помощи которого произведено выделение и измерение продуктов износа, внедренных в обработанную поверхность после шлифования титана. В качестве параметров интенсивности шаржирования приняты суммарная относительная площадь и количество шаржирующих частиц, установлено, что эти параметры подчиняются логнормальному закону распределения, определена функциональная связь между этими параметрами. Закономерности шаржирования титана продуктами износа абразивного материала из кубического нитрида бора согласуются с закономерностями шаржирования кругами из традиционных абразивных материалов. Наибольшая интенсивность шаржирования наблюдается на начальном этапе обработки.

Ключевые слова: шлифование, перенос материала, кубический нитрид бора, титан, самозатачивание

Исследование выполнено за счет средств программы развития ВолГТУ «Приоритет 2030», в рамках научного проекта № 45/649-24.

INVESTIGATION OF THE TRANSFER OF WEAR PRODUCTS DURING GRINDING WITH CUBIC BORON NITRIDE WHEELS

Nosenko V.A., Kuznetsov S.P., Serdyukov N.D., Zaharov A.S.

Volzhsy Polytechnic Institute (Branch), Volgograd State Technical University

The purpose of the article is to study the patterns of embedding grits of the titanium surface when grinding with a cubic boron nitride tool. Grinding and scratching were carried out on a *CHEVALIER Smart-B1224III* numerically controlled machine, scratch profilograms were obtained with a *Surfrest SJ-410* profilometer, surface morphology was studied on a *Versa 3D LoVac* scanning double-beam electron microscope. The performed studies on scratching titanium with a single grain of cubic boron nitride indicate a connection between embedding and self-sharpening: as a result of micro-chipping of the abrasive material, the grain is self-sharpening, the formed wear products are embedded in the treated surface. Based on the analysis of the brightness of grayscale images of wear products and the processed metal, the threshold for binarization of objects embedded into the treated surface has been established. As a result, the area and quantity of wear products are determined. The total relative area and the number of embedding particles are taken as parameters of the intensity of embedment. It has been established that the distributions of the listed embedment parameters obey a lognormal law, and a functional relationship between these parameters has been determined. The patterns of titanium embedment by wear products of abrasive material made of cubic boron nitride are consistent with the patterns of embedment when grinding with traditional abrasive materials. The greatest intensity of caricature of the treated surface by the wear products of the abrasive tool at the initial stage of processing.

Keywords: grinding, material transfer, cubic boron nitride, titanium, self-sharpening.

The study was carried out using funds from the Volgograd State Technical University development program «Priority 2030», within the framework of scientific project № 45/649-24.

Введение

Сверхтвердые материалы на основе кубического нитрида бора (КНБ) получили широкое распространение при проведении операций шлифования труднообрабатываемых материалов. Высокая теплопроводность, твердость и химическая стабильность способствуют повышению стойкости

абразивного инструмента (АИ), что благоприятно сказывается на точности и качестве обработки [1]. Последнее время ведется множество исследований закономерностей износа КНБ. Сообщается, что зерна поликристаллического КНБ отличаются способностью к самозатачиванию, то есть формированию новых выступов и режу-

щих кромок в результате микроскалывания абразивного материала [2, 3]. Образовавшиеся продукты износа КНБ внедряются (шаржируются) в обработанную поверхность [4], что снижает качество обработки, особенно ответственных деталей, работающих в условиях трения и высоких знакопеременных нагрузок [5, 6]. Отсутствие рекомендаций по устранению или снижению шаржирования связано с методическими трудностями измерения параметров перенесенных частиц и малой изученностью процесса внедрения продуктов износа АИ при шлифовании.

Цель исследования: изучение закономерностей переноса продуктов износа КНБ при шлифовании.

Материалы и методы исследования

Для повышения точности измерения параметров внедренных продуктов износа выбран титан марки ВТ1-00 ($Ti > 99,6$). Шлифование осуществляли на прецизионном профилешлифовальном станке с числовым программным управлением *CHEVALIER Smart-B1224III* кругами из КНБ 1A1 300×5×15×127 следующих характеристик: *CBN30 B126 M 100% V* и *CBN30 B251 K 100% V*. Царапание осуществляли индентором из поликристаллического КНБ. Профилограммы царапин получены профилометром Surftest SJ-410. Полученные поверхности исследованы на растровом двухлучевом электронном микроскопе *Versa 3D LoVac*.

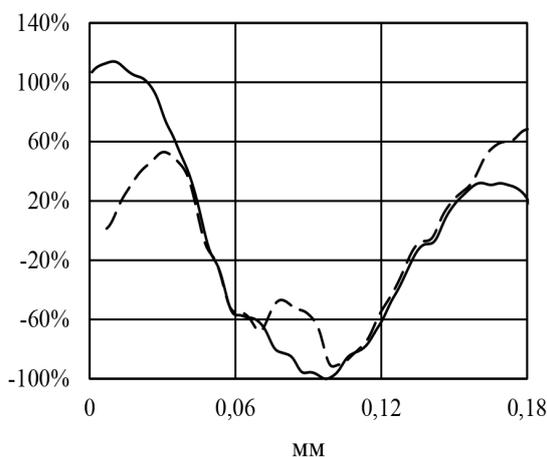
Результаты исследования и их обсуждение

Профилограммы царапин использовались для оценки износа абразивного зер-

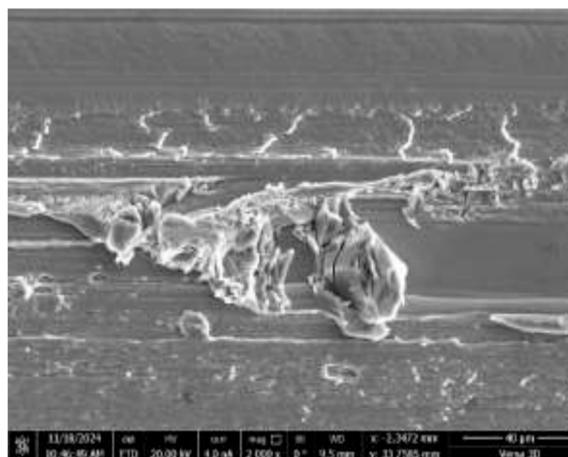
на. На рисунке 1а приведено изменение профиля царапин в процентах от первоначальной глубины. В результате скалывания произошло формирование новых выступов, наблюдаемых на профилограмме. Подобный износ является проявлением способности абразивного зерна к самозатачиванию. На поверхности царапины обнаружены внедренные кристаллы, идентифицированные методом рентгеноспектрального микроанализа как продукты износа КНБ (рис. 1б). Размер таких частиц не превышал 10 мкм, в месте внедрения происходит изменение профиля царапины. Соотнесение профилей царапин с их изображениями в обратно-рассеянных электронах позволяет утверждать, что наблюдаемые внедренные частицы на рисунке 1б являются продуктами износа абразивного зерна, образовавшимися в результате самозатачивания КНБ при царапании титана.

Из анализа химического состава шлифовального круга и обрабатываемого металла следует, что средние атомные номера продуктов износа и обрабатываемого материала существенно отличаются. Поэтому поверхность титана на фотографии, полученной в обратно рассеянных электронах, более светлая, продукты износа абразивного инструмента имеют более темные оттенки серого. Поэтому при последующей бинаризации изображения возможно контрастное цветовое выделение продуктов износа, внедренных в обработанную поверхность, с последующим подсчетом их площади и количества.

Для определения порога яркости рассмотрено несколько десятков изображений с предполагаемыми продуктами износа.



а)



б)

Рис. 1. Изменение профиля царапины (а) и внедренные продукты износа КНБ при увеличении $\times 2000$ (б)

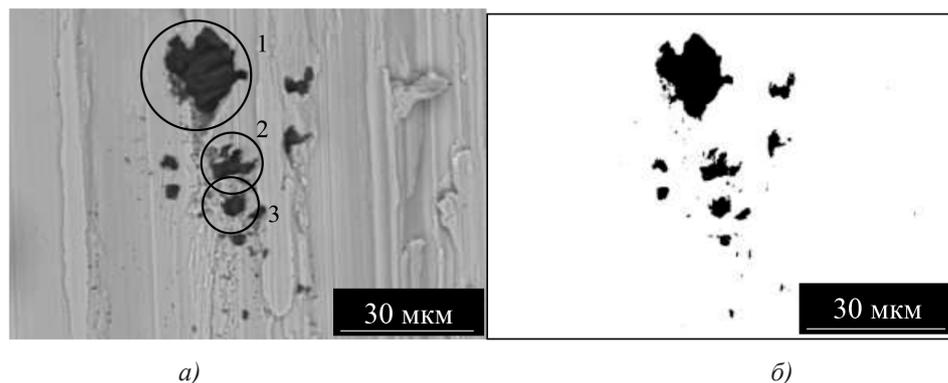


Рис. 2. Изображение шлифованной поверхности титана в обратно рассеянных электронах (а) и после бинаризации (б)

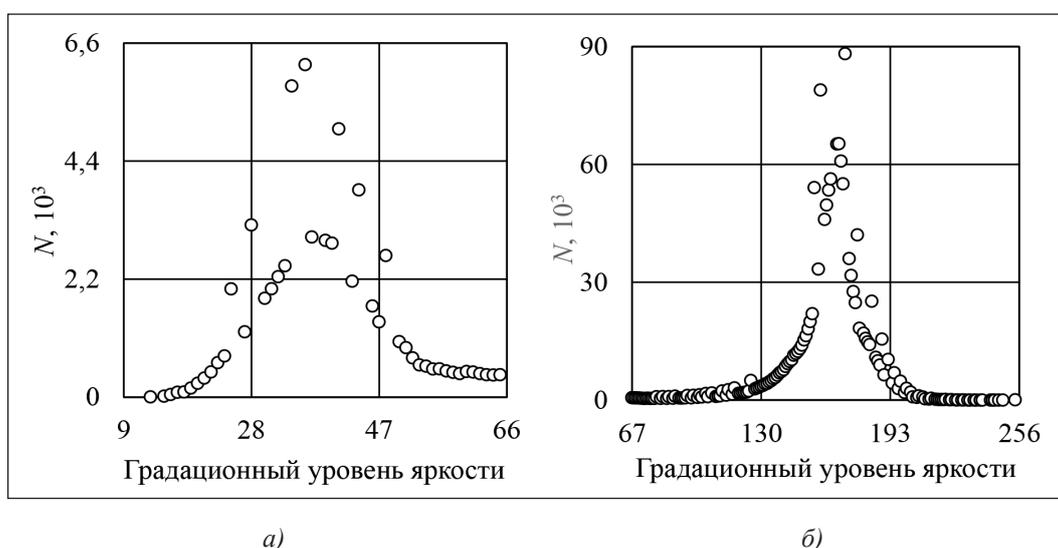


Рис. 3. Распределение уровней яркости предполагаемых продуктов износа (а) и элементов рельефа шлифованной поверхности (б)

В качестве примера на рисунке 2 показана шлифованная поверхность титана, отличающаяся светлым фоном. В центре фотографии более темным, почти черным цветом окрашены внедренные объекты. Размер наиболее крупного объекта 1 (верхняя часть изображения) по вертикальной и горизонтальной осям соответственно 20 и 14 мкм. Размер объектов 2 и 3 в центре слева около 3 мкм. На обработанной поверхности присутствует большое количество очень мелких объектов серого и светло-серого цвета размером 0,3–0,5 мкм.

Бинаризация заключается в переводе изображения в оттенках серого в черно-белое изображение. Обязательным условием бинаризации является определение порога яркости, с которым сравнивается яркость каждого пикселя изображения (рис. 2).

Статистический анализ уровней яркости пикселей, из которых сформировано изобра-

жение рисунка 2а, представлен на рисунке 3. В связи с тем, что доля пикселей изображения включений на несколько порядков меньше остальных пикселей изображения, распределение разбито на две выборки: уровни яркости пикселей предполагаемых продуктов износа абразивного инструмента (рис. 3а); уровни яркости пикселей обработанной поверхности (рис. 3б). Уровень яркости предполагаемых продуктов износа лежит в диапазоне 0–65 единиц. Более высокий уровень яркости – от 66 до 254 единиц – имеют пиксели обработанной поверхности титана. Граница между данными уровнями анализируемых объектов лежит в интервале 60–70 единиц. В работе пороговое значение уровня яркости принято равным 65 единицам.

С учетом принятого порога яркости проведена бинаризация полутонового изображения и получено изображение, представленное на рисунке 1б.

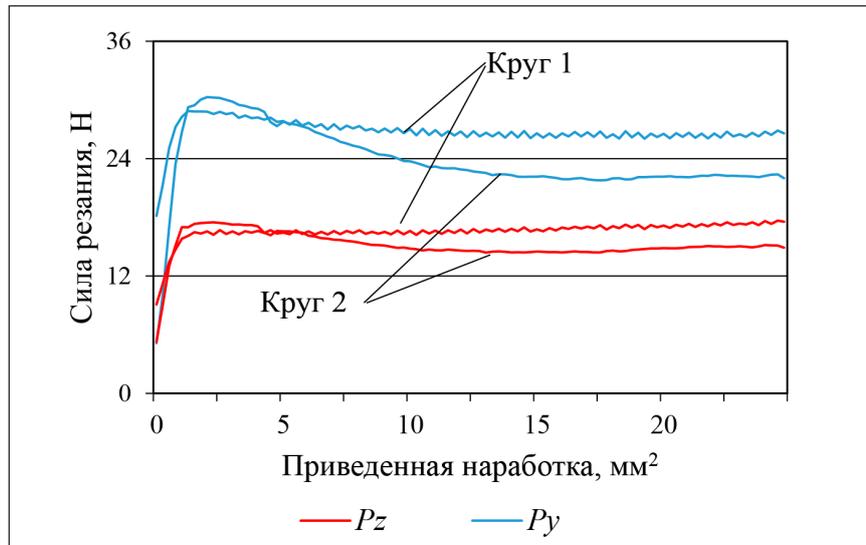


Рис. 4. Изменение касательной P_z и радиальной P_y составляющих силы резания в зависимости от приведенной наработки

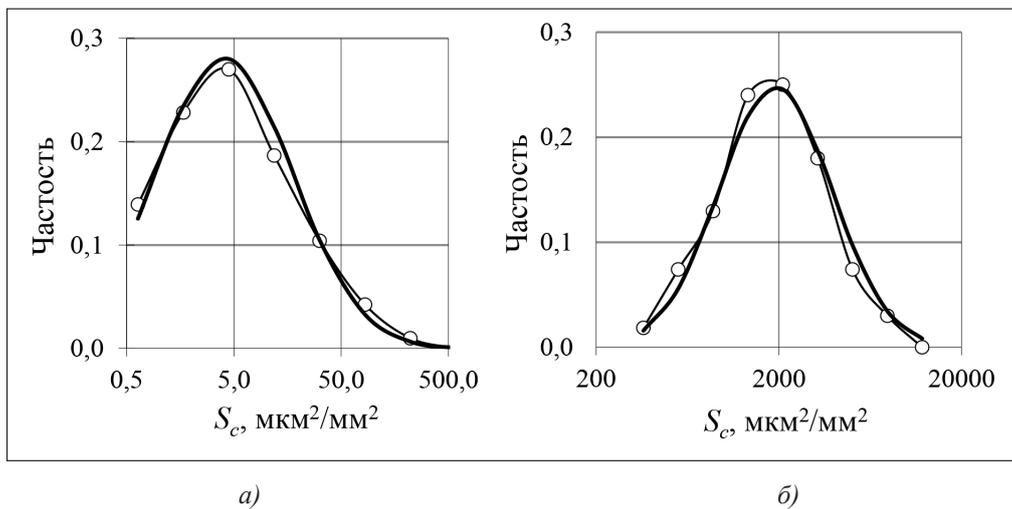


Рис. 5. Распределение S_c после шлифования кругом B126 M, наработка 25 мм² (а) и кругом B251 K, наработка 1 мм² (б): — теоретическое; —○— экспериментальное

Измерение параметров переноса проводили в различных условиях шлифования, определенных на основании анализа силы резания (рис. 4). Выбраны образцы, полученные после правки кругов (начальный этап обработки, приведенная наработка на 1 мм ширины обрабатываемой поверхности 1 мм²) и на установившемся этапе шлифования (наработка 25 мм²).

Результатом выделения и измерения внедренных в поверхность титана продуктов износа КНБ являются данные о числе и площади внедренных частиц. В качестве критериев интенсивности шаржирования выбраны количество N_c и суммарная площадь S_c внедренных частиц, отнесенные к 1 мм² обработанной

поверхности. Установлено, что распределение N_c и S_c при шлифовании титана подчиняется логнормальному закону распределения. На рисунке 6 представлены законы распределения параметра S_c : при шлифовании на установившемся этапе обработки кругом 1 (рис. 5а) и после правки кругом 2 (рис. 5б).

Коэффициент парной корреляции между параметрами S_c и N_c составляет 0,96 и свидетельствует о сильной корреляционной связи между ними. Функциональная связь определена линейной зависимостью:

$$S_c = 8,65N_c + 2,16,$$

коэффициент достоверности аппроксимации $R^2 = 0,96$.

Влияние характеристики абразивного инструмента и наработки на параметры переноса

Инструмент	<i>B126 M</i>	<i>B126 M</i>	<i>B251 K</i>	<i>B251 K</i>
Наработка, мм ²	1	25	1	25
\bar{N}_c , шт./мм ²	44	6	164	85
\bar{S}_c , мкм ² /мм ²	202	29	588	178
\bar{S}_p , мкм ²	15,2	8,9	33,9	21,3

Среднее число внедренных частиц, приведенное к 1 мм² анализируемой шлифованной поверхности \bar{N}_c (таблица) при относительной наработке 1 мм² кругом *B251 K*, больше, чем кругом *B126 M*, почти в 4 раза, при относительной наработке 25 мм² – в 14 раз. Средняя площадь объекта, внедренного в обработанную поверхность \bar{S}_p , увеличена для рассматриваемых наработок в 2 раза. При шлифовании кругом *B251 K* относительная площадь внедренных объектов \bar{S}_c больше, чем кругом *B126 M*, в 3 раза на начальном этапе и в 6 раз – на установившемся этапе шлифования. За период шлифования кругом *B126 M* параметр \bar{S}_c снижается в 7 раз, при шлифовании кругом *B251 K* – в 3 раза. Приведенная средняя площадь продуктов износа абразивного инструмента, видимых на поверхности титанового сплава, при шлифовании кругом *B251 K* в 2,2–2,4 раза больше по сравнению с кругом *B126 M* и согласуется с почти пропорциональным увеличением размеров зерен данных абразивных инструментов.

Приведенные результаты согласуются с ранее полученными данными. При шлифовании титана кругами из КНБ происходит шаржирование, как и при использовании традиционных абразивных материалов [7]. Размер наблюдаемых внедренных частиц соответствует продуктам износа, образующимся при самозатачивании КНБ [8, 9]. Причиной более интенсивного переноса на начальном этапе обработки является воздействие правящего инструмента, вследствие чего на рабочей поверхности круга образуется большое количество поврежденных абразивных зерен, разрушающихся при контакте с обрабатываемым материалом и внедряющихся в обрабатываемую поверхность [10].

Заключение

В результате анализа профиля царапин и изображений морфологии поверхности обнаружены внедренные продукты износа КНБ, образовавшиеся вследствие скалывания вершины зерна. Подобный износ свидетельствует о самозатачивании абразивного зерна, следовательно, шаржирование является следствием самозатачивания. Путем анализа градиционного уровня яркости пикселей полутонового изображения определен порог бинаризации, в результате чего

проведено выделение и измерение внедренных продуктов износа КНБ в поверхность титана после шлифования. Установлено, что относительная суммарная площадь и количество шаржирующих частиц подчиняются логнормальному закону распределения. Между этими параметрами наблюдается линейная зависимость. Данные о шаржировании титана продуктами износа КНБ согласуются с закономерностями, наблюдаемыми при использовании традиционных абразивных материалов: наиболее интенсивное шаржирование наблюдается на начальном этапе обработки.

Список литературы

- Ji H., Li Z., Liu M. Structural and mechanical properties of cBN composites by regulating particle size distribution and holding time // Int. J. Refract. Metals Hard Mater. 2021. Vol. 100. P. 105635. DOI: 10.1016/j.ijrmhm.2021.105635.
- Zhao B., Ding W., Zhou Y., Su H., Xu J. Effect of grain wear on material removal behaviour during grinding of Ti-6Al-4V titanium alloy with single aggregated cBN grain // Ceramics International. 2019. Vol. 45, Is. 12. P. 14842-14850. DOI: 10.1016/j.ceramint.2019.04.215.
- Zhu Y., Ding W., Rao Z., Zhao Z. Self-sharpening ability of monolayer brazed polycrystalline CBN grinding wheel during high-speed grinding // Ceramics International. 2019. Vol. 45. P. 24078-24089. DOI: 10.1016/j.ceramint.2019.08.115.
- Носенко В.А., Фетисов А.В., Кузнецов С.П. Морфология и химический состав поверхности титанового сплава на начальном этапе шлифования кругом из кубического нитрида бора // Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты). 2020. Т. 22, № 2. С. 30-40. DOI: 10.17212/1994-6309-2020-22.2-30-40.
- Wang R.X., Zhou K., Yang J.Y., Ding H., Wang W., Guo J., Liu Q.Y. Effects of abrasive material and hardness of grinding wheel on rail grinding behaviors // Wear. 2020. Vol. 454-455. DOI: 10.1016/j.wear.2020.203332.
- Boud F., Carpenter C., Folkes J., Shipway P. Abrasive waterjet cutting of a titanium alloy: The influence of abrasive morphology and mechanical properties on workpiece grit embedment and cut quality // Journal of Materials Processing Technology. 2010. Vol. 210, Is. 15. P. 2197-2205. DOI: 10.1016/j.jmatprotec.2010.08.006.
- Xu X., Yu Y., Huang H. Mechanisms of abrasive wear in the grinding of titanium (TC4) and nickel (K417) alloys // Wear. 2003. Vol. 255, Is. 7-12. P. 421-426. DOI: 10.1016/S0043-1648(03)00163-7.
- Zhao Z., Fu Y., Xu J., Zhang Z. Behavior and quantitative characterization of CBN wheel wear in highspeed grinding of nickel-based superalloy // The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. 2016. Vol. 87. P. 3545-3555. DOI: 10.1007/s00170-016-8686-1.
- Huang X., Li H.N., Rao Z., Ding W. Fracture behavior and self-sharpening mechanisms of polycrystalline cubic boron nitride in grinding based on cohesive element method. // Chinese Journal of Aeronautics. 2018. Vol. 32, Is. 12. P. 2727-2742. DOI: 10.1016/j.cja.2018.11.004.
- Turley D.M., Doyle E.D. The importance of surface characterization in surface treatment processes // Wear. 1982. Vol. 81. P. 145-158.

УДК 51-3
DOI 10.17513/snt.40276

О ПОРАЗРЯДНО-ПАРАЛЛЕЛЬНОМ СЛОЖЕНИИ ДВОИЧНЫХ ПОЛИНОМОВ ЗА ЕДИНИЧНОЕ ВРЕМЯ ПРИ КОЛИЧЕСТВЕ ЭЛЕМЕНТОВ СУММАТОРА, ПРОПОРЦИОНАЛЬНОМ ЧИСЛУ РАЗРЯДОВ

Ромм Я.Е.

*Таганрогский институт имени А.П. Чехова (филиал)
ФГБОУ ВО «Ростовский государственный экономический университет (РИНХ)»,
Таганрог, e-mail: romm@list.ru*

Целью работы является представление метода бинарного сложения $n+1$ -разрядных двоичных чисел, в котором не используется вычисление переноса. Для сложения двух двоичных полиномов выполняется предварительный шаг – параллельно по всем разрядам слагаемых складываются пары коэффициентов равного веса. Двоичные коэффициенты разрядных сумм размещаются согласно весу, образуя двухрядный код промежуточной суммы. При этом все переносы оказываются взаимно отделенными парами промежуточных нулевых коэффициентов равного веса. Цепочки единиц, не содержащие переноса, также отделены парами промежуточных нулевых коэффициентов равного веса друг от друга и от цепочек переноса. Цепочки идентифицируются по граничным значениям их двухрядного кода. На этой основе цепочки единиц, не содержащие переноса, параллельно по всем разрядам переписываются из верхнего ряда в нижний ряд двухрядного кода с сохранением веса коэффициентов. С помощью электронно-логической схемы это выполняется за время переключения логического элемента. Оставшиеся в верхнем ряду цепочки переноса тривиально преобразуются в однорядный код с численной реализацией переноса. Преобразование выполняется параллельно по всем разрядам также за время переключения логического элемента. Остается переписать единичные цепочки, не содержащие переноса, из нижнего ряда в верхний, чтобы получить окончательный однорядный двоичный код суммы входных слагаемых. Время сложения – $O(1)$, число элементов сумматора – $O(n)$. Приводятся обоснования результатов, примеры численных преобразований, электронно-логическая схема поразрядно-параллельной обработки. Метод распространяется на произвольные позиционные системы счисления с натуральным основанием. Наиболее актуальные приложения связаны с ускорением потока арифметических операций и с увеличением точности вычислений в процессах численного моделирования.

Ключевые слова: параллельные сумматоры двоичных полиномов, сложение без вычисления переноса, число элементов параллельного сумматора, единичное время сложения, число элементов параллельного сумматора, разрядная сетка произвольной длины

BITWISE-PARALLEL ADDITION OF BINARY POLYNOMIALS IN A SINGLE CALCULATION WITH THE NUMBER OF ADDER ELEMENTS PROPORTIONAL TO THE NUMBER OF DIGITS

Romm Ya.E.

*A.P. Chekhov Taganrog Institute (branch) of Rostov State University of Economics,
Taganrog, e-mail: romm@list.ru*

The paper describes a method for binary addition of $n+1$ -bit binary numbers, which does not use transfer calculation. To add two binary polynomials, a preliminary step is performed – pairs of coefficients of equal weight are added in parallel across all digits. The binary coefficients of the bit sums are placed according to the weight of the digits, forming a two-digit code of the intermediate sum. As a result, all potential transfers are mutually separated pairs of intermediate zero coefficients of equal weight. Chains of units that do not contain a transfer are also separated by pairs of intermediate zero coefficients of equal weight from each other and from the transfer chains. Chains are identified by the boundary values of their two-row code. On this basis, chains of units that do not contain transfer are rewritten in parallel in all digits from the top row to the bottom row of the two-row code while maintaining the weight of the coefficients. With the help of an electronic logic circuit, this is performed during the switching of the logic element. The transfer chains remaining in the top row are trivially transformed into a single-row code with a numerical implementation of the transfer. The conversion is performed in parallel for all digits also during the switching of the logic element. It remains to rewrite the single chains that do not contain transfer from the bottom row to the top row in order to obtain the final one-bit binary code of the sum of the input terms. The addition time is $O(1)$, the number of elements of the adder is $O(n)$. The substantiation of the results, examples of numerical transformations, and an electronic logic circuit for bitwise parallel processing are given. The method applies to arbitrary positional number systems with a natural base. The most relevant applications are related to speeding up the processing of the arithmetic operations flow and increasing the accuracy of calculations in numerical simulation processes.

Keywords: parallel adders of binary polynomials, addition without transfer calculation, unit addition time, number of elements of a parallel adder, bit grid of arbitrary length

Введение

Структура параллельного сумматора двоичных чисел совершенствуется с каждым новым поколением вычислительных систем. Сумматор – узловой элемент арифметико-логического устройства, от устройства и технологических параметров которого зависят оценки быстродействия, надежности и точности вычислений компьютера в целом. Структуры, особенности функционирования, технологические параметры активно исследуются и обновляются с учетом новых технологий. Результаты исследований отражаются в интенсивном потоке публикаций. Так, основополагающие понятия и алгоритмические конструкции, комплексные подходы в актуальных аспектах проблемы построения параллельных сумматоров освещаются в [1, с. 294; 2, с. 39]. Направления исследований, опирающиеся на преобразования булевых формул и функций, представлены в [3, 4]. Аналогичные направления представлены также в [5, 6]. В целом, разнообразие направлений, в том числе с применением параллельных алгоритмов Когге–Стоуна, первоначально предложенных для преобразования в параллельную форму рекуррентных вычислительных алгоритмов, отражается в [3, 7]. Помимо того, к данному направлению примыкают работы [8, 9]. В рассматриваемом аспекте можно дополнительно указать [10, 11]. На основе булевых формул и функций построены также исследования [12, 13]. Наряду с тем в современных исследованиях структур параллельных сумматоров поддерживаются традиционные направления, опирающиеся на преобразования схемы Склянского. Теоретические результаты фундаментального характера излагаются в [14, с. 10; 15, с. 3], там же освещаются аспекты теории сложности. Направление, связанное с исследованиями Склянского, Когге–Стоуна, Ладнера и других, наиболее соответствует структурам параллельно-префиксных сумматоров. Известные оценки временной сложности параллельного сложения двоичных полиномов имеют вид $t \leq \log_2 n + O(\sqrt{\log_2 n})$ [16] и $t \leq \log_2 n + \log_2 \log_2 n \pm O(1)$, кроме того, указывается оценка $t \leq \log_2 n + o(\log_2 n)$, сумматоры имеют линейную сложность по числу элементов [4]. В перечисленных работах порядок временной сложности не улучшается вследствие логарифмической нижней оценки глубины схем переноса [15, с. 4]. В излагаемой ниже работе обсуждается возможность выполнения многоразрядных арифметических операций без вычисления переноса, что позволяет их ре-

ализовать синхронно и параллельно по всем разрядам операндов. В основе построения предлагаемой структуры параллельного сумматора лежит выполнение предварительного шага параллельного по всем разрядам сложения битовых коэффициентов равного веса двух двоичных полиномов. Предварительный шаг и последующие преобразования используют арифметические свойства сложения и позиционной двоичной системы счисления. Булевы формулы и функции используются для организации логических элементов, каждый из которых сопоставлен отдельному разряду слагаемых. При данном подходе оказывается возможным исключить логарифмическую глубину схемы переноса. Как результат, достигается единичное время сложения $n+1$ -разрядных двоичных полиномов при произвольном n с линейным количеством элементов сумматора, $t(n) = O(1)$. В данной работе также ставится вопрос о распространении предложенного метода на другие позиционные системы счисления, показано, что искомая возможность реализуется с помощью конструктивных алгоритмов.

Цели исследования. Первой целью является обосновать возможность бинарного сложения $n+1$ -разрядных двоичных полиномов без вычисления переноса с единичной оценкой времени при количестве элементов сумматора, пропорциональном числу разрядов. Вторая цель – рассмотреть аналогичную возможность для произвольной позиционной системы счисления, сравнить предложенный метод с известными аналогами и указать актуальные приложения.

Материалы и методы исследования

Исследование опирается на методы синтеза и анализа параллельных алгоритмов в приложении к разрядному распараллеливанию суммирования двоичных полиномов.

Результаты исследования и их обсуждение

Предложен метод поразрядно-параллельного сложения n -разрядных двоичных полиномов. В максимально параллельной форме сложение выполняется за время $O(1)$ в случае произвольного n . Структура параллельного сумматора отличается от аналогов тем, что не является результатом синтеза схем переноса на основе булевых формул и функций. Предложенный сумматор реализует элементарные операции сложения битовых коэффициентов двоичных полиномов равного веса параллельно по всем разрядам слагаемых. В результате предварительного шага переносы взаимно отделяются промежуточными парами нулевых

коэффициентов равного веса, дальнейший процесс реализует физическое разделение цепочек переноса и цепочек единиц без переноса. Разделение реализуется за время однократного переключения элементов. После этого повторяется параллельное по всем разрядам сложение коэффициентов равного веса. Окончательное значение суммы двух двоичных полиномов степени n получается за время $O(1)$ на $O(n)$ разрядных элементах. Известные методы синтеза параллельных сумматоров имеют логарифмическую оценку глубины схемы переноса, время сложения в них оценивается как $O(\log_2 n)$. Сум-

матор с предложенной структурой позволяет существенно увеличить разрядность данных при выполнении арифметических операций, в результате должна возрасти точность вычислительной обработки. Метод переносится на сложение чисел в произвольной позиционной системе счисления с натуральным основанием.

Исходные соотношения. Описание первого шага поразрядно-параллельного сложения двоичных полиномов. Пусть требуется сложить два $n+1$ -разрядных двоичных полинома с битовыми коэффициентами, что записывается в виде

$$\sum_{\ell=0}^n \alpha_{\ell} 2^{\ell} + \sum_{\ell=0}^n \beta_{\ell} 2^{\ell} = \sum_{\ell=0}^n (\alpha_{\ell} + \beta_{\ell}) 2^{\ell}, \tag{1}$$

где

$$\alpha_{\ell} = \begin{matrix} 0 \\ 1 \end{matrix} \left. \vphantom{\alpha_{\ell}} \right\} \forall \ell \in \overline{0, n}, \quad \beta_{\ell} = \begin{matrix} 0 \\ 1 \end{matrix} \left. \vphantom{\beta_{\ell}} \right\} \forall \ell \in \overline{0, n}. \tag{2}$$

Сложение коэффициентов равного веса предлагается выполнять по вертикали – синхронно и параллельно по всем разрядам:

$$\alpha_{\ell} + \beta_{\ell} = \delta_{\ell} \quad \forall \ell \in \overline{0, n}, \tag{3}$$

где

$$\delta_{\ell} = \eta_{\ell} 2^{\ell+1} + \nu_{\ell} 2^{\ell} \quad \forall \ell \in \overline{0, n}, \quad \eta_{\ell} = \begin{matrix} 0 \\ 1 \end{matrix} \left. \vphantom{\eta_{\ell}} \right\} \forall \ell \in \overline{0, n}, \quad \nu_{\ell} = \begin{matrix} 0 \\ 1 \end{matrix} \left. \vphantom{\nu_{\ell}} \right\} \forall \ell \in \overline{0, n}. \tag{4}$$

Ниже параллельное по всем разрядам суммирование вида (3), (4) называется первым шагом вертикального сложения. При выполнении первого шага перенос не распространяется, а результаты параллельного по всем разрядам битового суммирования в виде двухразрядных чисел (4) записываются синхронно и параллельно по всем разрядам согласно весу коэффициентов разрядной суммы – по диагонали. В результате образуется двухрядный двоичный код в двух разрядных сетках (верхней и нижней):

$$\begin{aligned} & + \begin{matrix} \alpha_n & \alpha_{n-1} & \cdots & \alpha_{\ell+1} & \alpha_{\ell} & \alpha_{\ell-1} & \cdots & \alpha_1 & \alpha_0 \\ \beta_n & \beta_{n-1} & \cdots & \beta_{\ell+1} & \beta_{\ell} & \beta_{\ell-1} & \cdots & \beta_1 & \beta_0 \end{matrix} \\ & \hline & = \begin{matrix} \nu_n & \nu_{n-1} & \cdots & \nu_{\ell+1} & \nu_{\ell} & \nu_{\ell-1} & \cdots & \nu_1 & \nu_0 & \text{верхняя разрядная сетка} \\ \eta_n & \eta_{n-1} & \cdots & \eta_{\ell+1} & \eta_{\ell} & \eta_{\ell-1} & \cdots & \eta_1 & \eta_0 & \text{нижняя разрядная сетка} \end{matrix} \end{aligned} \tag{5}$$

Например,

$$\begin{aligned} & + \begin{matrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \end{matrix} \\ & \hline & = \begin{matrix} 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{matrix} \end{aligned} \tag{6}$$

В нижней и верхней разрядных сетках суммы (6) последние два разряда результата не отделены вертикальной парой нулей от предшествующих двух переносов. Это происходит в том единственном случае, если эти разряды переноса не содержат. Любой перенос от ближайшего предшествующего, равно как и последующего, переноса необходимо отделять вертикальной парой нулей.

Например,

$$\begin{aligned}
 & + \left\{ \begin{array}{cccccccccccc} 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \end{array} \right. \\
 & = \left\{ \begin{array}{cccccccccccc} 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & \end{array} \right. \quad (7)
 \end{aligned}$$

Если бы на месте любого нуля разделяющей вертикальной пары нулей в сумме (7) оказалась единица, то это бы означало запись двух единиц по диагонали. Такая запись расшифровывалась бы как сумма $1 \times 2^{\ell+1} + 1 \times 2^{\ell} = 3 \times 2^{\ell}$, тогда как по вертикали складывалось не более двух единиц веса 2^{ℓ} . В общем случае два любых переноса, образовавшихся после первого шага вертикального сложения, необходимо отделены друг от друга вертикальной парой нулей. Поэтому после первого шага переносы не накладываются друг на друга: в один и тот же разряд никогда не придут одновременно две единицы. В различной форме эти свойства указывались и использовались в [17, 18]. В дальнейшем алгоритм и реализация суммирования по сравнению с прототипами изменятся.

Имеет место

Лемма 1. Пусть требуется найти сумму двух двоичных полиномов (1), (2). Пусть выполнен первый шаг вертикального сложения (3) – (5) и его результат расположен в верхней и нижней разрядной сетках. Тогда две ближайшие друг к другу цепочки единиц соседней пары переносов в этих двух разрядных сетках необходимо отделяются друг от друга хотя бы одной промежуточной вертикальной парой нулей равного между собой веса (парой нулевых двоичных коэффициентов равного веса в верхней и нижней разрядной сетке). Такая вертикальная пара нулей необходимо располагается в соседнем слева разряде от каждой цепочки переноса, то есть, в разряде на единицу большего веса, чем старший единичный разряд любой цепочки переноса.

Доказательство. По способу выполнения первого шага вертикального сложения, согласно (4), в верхней разрядной сетке суммы (5) оказываются коэффициенты веса, который равен весу битовых коэффициентов слагаемых, взятых по вертикали разряда, и только такие коэффициенты. В нижней разрядной сетке (5) оказываются коэффициенты на единицу большего веса, чем вес коэффициентов по вертикали разряда слагаемых, и только такие коэффициенты. В результате после первого шага вертикального

сложения перенос (если он есть) состоит из вертикальной пары единиц равного веса в младшем разряде цепочки, располагающихся в верхней и нижней разрядной сетке и продолжающих их справа налево горизонтальной цепочки единиц без пробелов последующих старших разрядов, располагающейся исключительно в верхней разрядной сетке (5). Под каждым единичным разрядом этой горизонтальной цепочки, за исключением младшего ее разряда, в случае если ее длина больше единицы, находится ноль в нижней разрядной сетке (5). В самом деле, если бы под единицей рассматриваемой горизонтальной цепочки по вертикали в нижней разрядной сетке оказалась бы единица, то это бы означало результат сложения по вертикали трех единичных коэффициентов предшествующего младшего разряда,

$$\begin{array}{ccc} 1 & 1 & 1 \\ \dots & 0 & 1 & 0 \end{array} \dots, \text{ что невозможно, поскольку}$$

по вертикали складываются только два битовых двоичных коэффициента равного веса. Такая горизонтальная цепочка единиц переноса в верхней разрядной сетке своим старшим единичным разрядом необходимо отделяется нулевым значением разряда от ближайшей слева вертикальной пары единиц соседнего переноса в старших разрядах. Если бы она не отделялась нулем и перед левой вертикальной парой единиц справа в верхней разрядной сетке непосредственно находилась бы единица, то это снова бы означало результат суммирования по вертикали трех единиц, на этот раз веса старшего разряда правосторонней цепочки,

$$\begin{array}{ccc} 1 & 1 & 1 \\ \dots & 1 & 0 & 0 \end{array} \dots, \text{ что по-прежнему невозможно.}$$

Где бы относительно ближайшей слева цепочки переноса ни располагался ноль в соседнем с единицей старшем разряде верхней разрядной сетки рассматриваемой правосторонней цепочки переноса, по вертикали от этого нуля, в нижней разрядной сетке

$$\begin{array}{ccc} 1 & \dots & 0 & 1 \\ \dots & 1 & \dots & 0 & 0 \end{array} \dots$$

должен находиться ноль, Иначе бы вместе с единицей старшего разряда правосторонней цепочки переноса образовался бы результат суммирования трех

единиц по вертикали веса этого старшего разряда, $\begin{matrix} 1 & \dots & 0 & 1 \\ \dots & 1 & \dots & 1 & 0 & \dots \end{matrix}$, что невозможно.

Поэтому непосредственно слева от единицы старшего разряда горизонтальной части цепочки переноса необходимо находится разделительная вертикальная пара нулей веса следующего за этой единицей стар-

шего разряда, $\begin{matrix} 1 & 1 & \dots & 0 & 1 & 1 & \dots & 1 & 1 \\ \dots & 0 & 1 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & 1 \end{matrix}$,

причем, какова бы ни была длина горизонтальной цепочки переноса, включая, возможно, единичную длину, $\begin{matrix} 1 & \dots & 0 & 1 \\ 1 & \dots & 0 & 1 \end{matrix}$,

– изложенные рассуждения сохраняются в этом случае. Лемма доказана.

Замечание 1. После первого вертикального шага сложения, в отличие от верхней разрядной сетки, в нижней разрядной сетке (5) перед вертикальной парой единиц младшего разряда цепочки переноса справа в соседнем разряде может находиться единица (или подряд несколько единиц). Это возможно только в том случае, когда по вертикали над этой единицей (равно как над единицей младшего разряда подряд несколько таких единиц) и по диагонали от нее в соседнем младшем разряде верхней разрядной сетки находится ноль,

$\begin{matrix} 1 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ \dots & 1 & 1 & \dots & 0 & \dots \end{matrix}$, как в примерах (6), (7),

иначе возникало бы описанное ранее противоречие: $\begin{matrix} 1 & 1 & 0 & & 1 & 0 & 1 \\ \dots & 1 & 1 & 0 & \dots & \dots & \dots \end{matrix}$ или $\begin{matrix} \dots & 1 & 1 & 0 & \dots & \dots \end{matrix}$,

что невозможно. На наличие разделительной вертикальной пары нулей двух цепочек переноса рассмотренный в данном замечании случай никак не влияет. Более того, справа рассмотренную и любую другую цепочку единиц (возможно единичной длины) нижней разрядной сетки всегда ограничивает вертикальная пара нулей в силу аналогии с рассуждениями, изложенными непосредственно выше. Кроме того, ни в одном разряде сверху над рассматриваемой цепочкой единиц нижней разрядной сетке нет единиц, то есть сверху над каждой единицей такой цепочки (не входящей в цепочку переноса) всегда расположен ноль верхней разрядной сетки.

Следствие 1. В условиях леммы 1 любая горизонтальная цепочка единиц переноса располагается в верхней разрядной сетке и непосредственно слева ограничена вертикальной парой нулей соседнего с ней стар-

шего разряда, $\begin{matrix} 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ \dots & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 1 & \dots \end{matrix}$,

или же она ограничена левым концом верх-

ней разрядной сетки. Справа горизонтальная цепочка единиц переноса ограничена вертикальной парой единиц младшего разряда цепочки и нулем соседнего с вертикальной парой единиц младшего разряда. Такой нулевой коэффициент располагается в верхней разрядной сетке, непосредственно справа от вертикальной пары единиц,

$\begin{matrix} 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ \dots & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 1 & 1 & \dots \end{matrix}$,

или $\begin{matrix} 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ \dots & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 1 & 0 & \dots \end{matrix}$

Или же горизонтальная цепочка единиц переноса ограничена правым концом верхней разрядной сетки.

Для единства терминологии вводится нестандартное для разрядной сетки предположение. Будет предполагаться, что в верхней разрядной сетке после старшего разряда веса 2^n , слева от него, располагается еще один разряд, имеющий вес 2^{n+1} , и в этом разряде априори записан 0 (нулевой коэффициент веса 2^{n+1}). Кроме того, будет предполагаться, что в верхней разрядной сетке до младшего разряда веса 2^0 , справа от него, располагается еще один разряд, имеющий вес 0, и в этом разряде априори записано значение 0 (нулевой коэффициент веса 0). Аналогичное предположение вводится относительно нижней разрядной сетки.

В этой терминологии в дальнейшем нет необходимости отдельно оговаривать правые и левые границы горизонтальной части цепочки переноса, если они совпадают с концом или началом разрядной сетки.

Второй шаг поразрядно-параллельной обработки. После первого шага вертикального сложения на втором шаге параллельно выполняется выделение всех горизонтальных цепочек единиц, подряд расположенных в верхней разрядной сетке, которые не являются цепочками переноса. Это делается на той основе, что в ближайшем разряде слева от рассматриваемой цепочки единиц находится разряд с нулевым значением (возможно, это последний справа налево старший разряд веса 2^{n+1}), и в ближайшем разряде справа от этой же цепочки также находится разряд с нулевым значением (возможно, это первый справа налево младший разряд веса 0). При этом непосредственно слева от рассматриваемой цепочки единиц находится не один ноль, а вертикальная пара нулей. Справа от той же цепочки находится не только один ноль, а еще один ноль находится под начальной единицей цепочки. Более точно, имеет место

Лемма 2. Пусть выполнены условия леммы 1. Тогда любая горизонтальная цепочка подряд расположенных в верхней разрядной сетке единиц, не являющаяся цепочкой переноса, ограничена нулями непосредственно слева от старшего и справа от младшего разрядов с единичными значениями. При этом в левую границу входит не один ноль верхней разрядной сетки, а вертикальная пара нулей верхней и нижней разрядной сетки. Кроме того, эта цепочка по определению не включает переноса, и ни под одной ее единицей в верхней разрядной сетке нет единицы того же веса в нижней разрядной сетке. Как следствие ноль справа от рассматриваемой единичной цепочки, расположенный в верхней разрядной сетке, сочетается с нулем по диагонали в нижней разрядной сетке (с нулевым значением под единицей младшего разряда цепочки).

Доказательство. Пусть выполнен первый шаг вертикального сложения. В верхней разрядной сетке горизонтальная цепочка подряд расположенных единиц, не являющаяся цепочкой переноса, не может непосредственно продолжаться влево цепочкой переноса, она отделена, как показано в доказательстве леммы 1, от цепочки переноса хотя бы одним промежуточным разрядом с нулевым значением. При этом ноль левой границы в верхней разрядной сетке входит в вертикальную пару нулей вместе с нулем

нижней разрядной сетки
$$\begin{array}{cccc} & 1 & \dots & 0 & 1 \\ \dots & & & & \\ & 1 & \dots & 0 & 0 \end{array}$$

Иначе бы вместе с единицей старшего разряда рассматриваемой горизонтальной цепочки образовался бы результат суммирования трех единиц по вертикали веса

этого старшего разряда,
$$\begin{array}{cccc} & 1 & \dots & 0 & 1 \\ \dots & & & & \\ & 1 & \dots & 1 & 0 \end{array}$$

что невозможно. Справа рассматриваемая горизонтальная цепочка единиц верхней разрядной сетки может прерываться только разрядом с нулевым значением, поскольку она начинается с единицы и не включает переноса. Рассматриваемая горизонтальная цепочка единиц верхней разрядной сетки под каждой своей единицей имеет нулевой коэффициент того же веса в нижней разрядной сетке, поскольку, как отмечено, не включает переноса. Ноль в нижней разрядной сетке веса младшего разряда этой цепочки продолжает по диагонали прерывающий цепочку ноль верхней разрядной сетки из соседнего с единицей младшего разряда цепочки,
$$\begin{array}{cccc} & \dots & 1 & 0 \\ \dots & & & \\ & \dots & 0 & \end{array}$$
. Лемма доказана.

Следствие 2. После первого шага вертикального сложения любая цепочка пере-

носа отличается от любой горизонтальной цепочки единиц, не являющейся цепочкой переноса и расположенной в верхней разрядной сетке, наличием вертикальной пары единиц равного веса в младшем разряде цепочки переноса, а также нулем в верхней разрядной сетке непосредственно справа от вертикальной пары единиц. Ее расположение в верхней и нижней разрядной сетке имеет вид

$$\begin{array}{cccccc} 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ \dots & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 1 & 1 & \dots \\ & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ \text{или} & \dots & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 1 & 0 & \dots \end{array}$$

У горизонтальной цепочки единиц, не являющейся цепочкой переноса и расположенной в верхней разрядной сетке, отличительная комбинация двоичных цифр в верхней и нижней разрядной сетке имеет вид:

$$\begin{array}{cccccc} 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ \dots & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 1 & \dots \\ & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ \text{или} & \dots & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 & \dots \end{array}$$

Таким образом, отличительная комбинация трех цифр создается на правой границе рассматриваемой цепочки. Для цепочки переноса с учетом верхней и нижней разрядной сетки отличительная комбинация на правой границе имеет вид:

$$\begin{array}{cc} 1 & 0 \\ & 1 \end{array}$$
, а для цепочки единиц, не содержащей переноса, аналогичная комбинация необходимо имеет вид:
$$\begin{array}{cc} 1 & 0 \\ & 0 \end{array}$$
. Левые границы рассматриваемых цепочек по виду совпадают и состоят из вертикальной пары нулей перед единицей старшего разряда, эта граничная слева комбинация цифр имеет вид:

$$\begin{array}{cc} 0 & 1 \\ & 0 \end{array}$$
.

Из лемм 1, 2 и из следствий 1, 2 вытекает **Следствие 3.** Пусть выполнен первый шаг вертикального сложения. Тогда, чтобы любая горизонтальная цепочка единиц в верхней разрядной сетке не являлась цепочкой переноса, необходимо и достаточно, чтобы непосредственно слева она была ограничена комбинацией цифр
$$\begin{array}{cc} 0 & 1 \\ & 0 \end{array}$$
, где 1 – значение старшего разряда цепочки, и непосредственно справа комбинацией цифр
$$\begin{array}{cc} 1 & 0 \\ & 0 \end{array}$$
, где 1 – значение младшего разряда цепочки.

Граничные комбинации цифр из следствия 3 определяются как соответственно левый и правый идентификаторы горизонтальной цепочки единиц, не являющейся цепочкой переноса.

В примерах (6) и (7) в верхней разрядной сетке нет горизонтальных цепочек

единиц, не содержащих переноса. В примере непосредственно ниже в результате выполнения первого шага вертикального сложения такая цепочка содержится в разрядах от веса 2^4 до веса 2^7 включительно верхней разрядной сетки (после знака равенства):

$$\begin{aligned}
 & + \left\{ \begin{array}{cccccccccccc} 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \end{array} \right. \\
 & = \left\{ \begin{array}{cccccccccccc} 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & \end{array} \right. \tag{8}
 \end{aligned}$$

Если каждую полученную после первого шага вертикального сложения горизонтальную цепочку единиц, не содержащую переноса, выделить по левому и правому идентификаторам, а затем параллельно по всем разрядам переписать в нижнюю разрядную сетку с сохранением веса и значений разрядов, то в верхней разрядной

сетке останутся только цепочки переноса. Они отделены друг от друга вертикальными парами нулей слева от единицы старшего разряда и ограничены справа вертикальными парами единиц в младших разрядах этих цепочек. Сумма от переписи, очевидно, не изменится. Из примера (8) получится:

$$\begin{aligned}
 & + \left\{ \begin{array}{cccccccccccc} 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \end{array} \right. \\
 & = \left\{ \begin{array}{cccccccccccc} 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \end{array} \right. \tag{9}
 \end{aligned}$$

Параллельно по всем разрядам такое тождественное преобразование результата первого шага вертикального сложения можно реализовать схемотехнически. Сравнительно несложная схема заключается в следующем. Пусть сумматор располагает двумя условно горизонтально расположенными проводниками электрического тока (шина 1 и шина 2), нижний из которых (шина 2) условно проходит непосредственно над верхней разрядной сеткой (рисунок). По шине 1 непрерывно проходит постоянный ток в направлении справа налево (от младших разрядов к старшим). Обе горизонтальные шины «поразрядно» (по их расположению) соединены вертикальными проводами, в каждый из которых встроено по одному переключателю. Число вертикальных проводных соединений и соответственных им таких переключателей равно числу разрядов верхней разрядной сетки. В вертикальных проводных соединениях переключатели взаимно независимы и работают как «выключатели» – для замыкания и разрыва цепи. При этом они пропускают или запирают ток только в вертикальном направлении сверху вниз. Каждый переключатель (и соответственное ему вертикальное соединение) находится во взаимно однозначном соот-

ветствии с разрядом одного и только одного веса (вертикальной пары разрядов) верхней и нижней разрядной сетки. Столько же таких же переключателей тока, но только в горизонтальном направлении, в таком же взаимно однозначном соответствии с разрядами верхней и нижней разрядной сетки, встроено в шину 2. В шине 2 эти переключатели либо проводят ток в направлении от младших разрядов к старшим, либо запирают ток (разрывают цепь). Ток поступает из шины 1 в шину 2 в том и только в том случае, если в соответственное состояние установлен переключатель вертикального соединения, – установка переключателя выполняется через логический элемент управления в соответствии с комбинацией цифр правого идентификатора цепочки единиц, не являющейся цепочкой переноса. Более точно: ток поступает в шину 2 из шины 1 через переключатель вертикального соединения в случае состояния правого идентификатора рассматриваемой цепочки единиц, определяемого комбинацией цифр $\begin{matrix} 1 & 0 \\ & 0 \end{matrix}$, где 1 – значение младшего разряда рассматриваемой цепочки. Эта комбинация цифр с помощью логического элемента управле-

ния переводит переключатель вертикального соединения, сопоставленный разряду с правой граничной единицей цепочки, в состояние, при котором он направит ток из шины 1 в шину 2. В результате ток пойдет по шине 2 справа налево (в направлении от младших разрядов к старшим). Ток прерывает прохождение по шине 2 в направлении старших разрядов, если в соответственное состояние переводится переключатель шины 2, соответствующий левому идентификатору цепочки единиц, не содержащей переноса. Такое переключение выполняется по управлению от логического элемента, соответствующего вертикальной паре нулей в левом идентификаторе рассматриваемой

цепочки, имеющем вид: $\begin{matrix} 0 & 1 \\ 0 & \end{matrix}$, где 1 – значение

старшего разряда данной цепочки единиц. Эта комбинация цифр левого идентификатора цепочки переводит переключатель в состояние, при котором он не пропускает ток по шине 2 в направлении старших разрядов дальше вертикальной пары нулей. Одновременно с тем каждая единица рассматриваемой (а также любой другой) горизонтальной цепочки единиц верхней разрядной сетки, непосредственно справа от которой находится единица, по идентифи-

фикатору $\begin{matrix} 1 & 1 \\ 0 & \end{matrix}$ посредством управления

от логического элемента, сопоставленного разряду данной единицы, отключает сопоставленный ей переключатель вертикального соединения. Точно такое же действие выполняет каждая единица верхней разрядной сетки, если по вертикали под ней находится единица нижней разрядной сетки (вертикальная пара единиц начала цепочки переноса). В это же самое время каждое из всех остальных единичных значений разрядов верхней разрядной сетки через сопоставленный разряду логический элемент ставит сопоставленный этому разряду переключатель шины 2 в априорное состояние, при котором переключатель реализует сквозное прохождение тока по шине 2 справа налево в направлении старших разрядов.

Вся описанная установка состояний вертикальных и горизонтальных переключателей в требуемое положение реализуется синхронно и параллельно по всем сопоставленным переключателям разрядам за один такт непосредственно сразу после выполнения первого шага вертикального сложения – согласно априори полученным на входе второго шага значениям всех разрядов верхней и нижней разрядных сеток.

В результате такой установки состояний контактов всех переключателей ток не будет

проходить по шине 2 ни через одну цепочку переноса. Правый идентификатор цепочки

переноса имеет вид: $\begin{matrix} 1 & 0 \\ 1 & \end{matrix}$, поэтому пере-

ключатель по вертикали ток в этот разряд не пропускает, а переключатель, соответствующий предшествующей справа вертикальной паре нулей младшего разряда, заведомо прерывает прохождение тока справа налево к цепочке единиц переноса. Таким образом, ток не проходит вдоль любой из цепочек переноса, и ни одна из этих цепочек не подвергается никакому изменению.

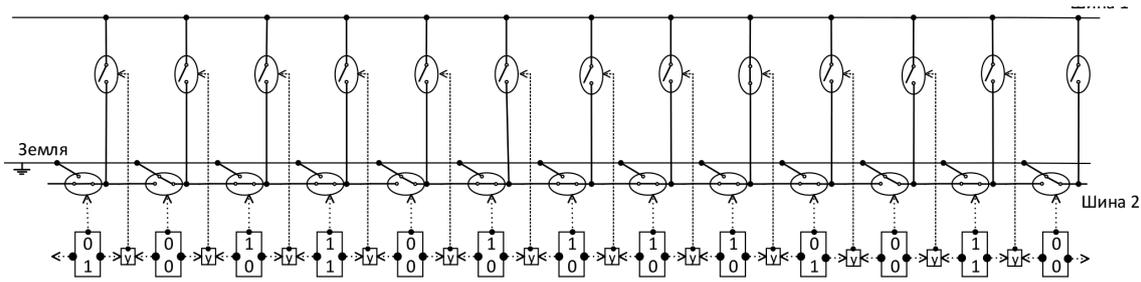
Напротив, ток проходит по шине 2 вдоль каждой цепочки единиц, не являющейся цепочкой переноса. При этом логический элемент, сопоставленный единице этой цепочки, принимает проходящий по шине 2 ток на свой вход и интерпретирует наличие тока на входе от шины 2 как управляющий сигнал для перезаписи данной единицы из верхней разрядной сетки в нижнюю разрядную сетку с сохранением значения и веса разряда.

Данное преобразование выполняется параллельно по всем разрядам цепочки единиц, не являющейся цепочкой переноса, а также параллельно по всем таким цепочкам, априори взаимно отделенным левым и правым идентификаторами друг от друга (после первого шага вертикального сложения). Все такие цепочки, не являющиеся цепочками переноса, взаимно независимы, обрабатываются синхронно, параллельно, поэтому синхронно и параллельно по всем разрядам переписываются из верхней разрядной сетки в нижнюю разрядную сетку.

Однако, как отмечалось, ни одна цепочка единиц переноса не подвергнется никакому преобразованию: все единицы всех цепочек переноса останутся на своих местах в верхней разрядной сетке, равно как и ограничивающие их вертикальные пары единиц в младших разрядах верхней и нижней разрядных сеток. Кроме того, без изменения останутся все их граничные идентификаторы.

Описанные соответствия состояний контактов переключателей значениям разрядов слагаемых после первого шага вертикального сложения иллюстрирует рисунок.

Управляющий электрический сигнал на физическое различие цепочек единиц без переноса и с переносом физически направлен (как единичный или соответственно нулевой) от правого идентификатора цепочки. Этот сигнал для каждой цепочки исключается за пределами цепочки, что позволяет выполнить искомые отличительные преобразования одновременно во всех цепочках единиц верхней разрядной сетки и вертикальной пары единиц младшего разряда цепочки переноса.



Соответствие состояний контактов переключателей значениям разрядов из (8)
Источник: составлено автором

В результате представление слагаемых (8) переводится в форму (9). На этом заканчивается второй шаг поразрядно-параллельной обработки.

Третий шаг поразрядно-параллельной обработки. На выходе преобразований второго шага обработки слагаемых все цепочки единиц из верхней разрядной сетки, не включающие переносы, окажутся в нижней разрядной сетке. Все цепочки единиц верхней разрядной сетки, включающие переносы, останутся без изменений в верхней разрядной сетке. Также без изменений останутся единицы нижней разрядной сетки, входящие в перенос в виде вертикальной пары единиц младшего разряда цепочки переноса или представляющие собой не связанную с переносом цепочку единиц (возможно, единичной длины) нижней разрядной сетки. Третий шаг состоит в следующем преобразовании каждой из цепочек именно переноса. Каждая единица цепочки в верхней разрядной сетке заменяется на минус единицу, записываемую в том же разряде, а чтобы результат сложения арифметически не изменился, к каждой минус единице добавляется плюс два, при этом добавленная двойка записывается согласно весу в соседний старший разряд – по диагонали в нижнюю разрядную сетку. Это равносильно тождеству $1 = -1 + 2$, применяемому к каждой единице верхней разрядной сетки. Единицы, поступившие в нижнюю разрядную сетку на выходе первого шага

вертикальной обработки, а также на выходе второго шага поразрядно-параллельной обработки, никак не преобразуются. Запись по диагонали добавляемой двойки в виде единицы соседнего старшего разряда в нижнюю разрядную сетку всегда возможна, поскольку согласно следствию 2 по вертикали под каждой единицей верхней разрядной сетки (за исключением вертикальной пары единиц младшего разряда цепочки переноса) находится ноль, а кроме того, ноль находится по диагонали от старшего разряда единицы цепочки переноса. Расположение цепочки переноса в верхней и нижней разрядной сетке имеет вид:

$$\begin{matrix} 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ \dots & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 1 & 1 & \dots \end{matrix}$$

или

$$\begin{matrix} 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ \dots & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 1 & 0 & \dots \end{matrix}$$

В результате запись единиц по диагонали всегда возможна без изменения искомой суммы. Преобразуемые цепочки примут вид:

$$\begin{matrix} 0 & -1 & -1 & -1 & -1 & 0 \\ \dots & 1 & 1 & 1 & \dots & 1 & 1 & 1 & \dots \end{matrix}$$

или

$$\begin{matrix} 0 & -1 & -1 & -1 & -1 & 0 \\ \dots & 1 & 1 & 1 & \dots & 1 & 1 & 0 & \dots \end{matrix}$$

В частности, (9) преобразуется к виду:

$$\begin{aligned} & + \begin{Bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \end{Bmatrix} \\ & = \begin{Bmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \end{Bmatrix} \quad (10) \\ & = \begin{Bmatrix} 0 & -1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{Bmatrix} \end{aligned}$$

Преобразование выполняется синхронно и параллельно по всем разрядам. В этом состоит третий шаг поразрядно-параллельной обработки.

Четвертый шаг поразрядно-параллельной обработки. Синхронно и параллельно по всем разрядам преобразованного

на третьем шаге двухрядного кода промежуточной суммы выполняется вертикальное сложение двоичных коэффициентов равного веса (повторяются действия первого шага вертикального сложения). В результате рассматриваемого вертикального сложения для цепочек переноса сумма примет вид:

$$\begin{array}{r} 0 \quad -1 \quad -1 \quad -1 \quad -1 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \\ + \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad \dots \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \\ \hline 0 \quad -1 \quad -1 \quad -1 \quad -1 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \\ \text{или, } + \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad \dots \quad 1 \quad 1 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \end{array}$$

В любом случае под бывшей цепочкой единиц переноса в нижней разрядной сетке будут только нули. В верхней разрядной сетке будет только реализованное по всем разрядам значение переноса.

Для каждой цепочки единиц, не включающей переноса и размещенной в результате третьего шага в нижнюю разрядную сетку, описываемое вертикальное сложение влечет

$$\begin{array}{r} 0 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 0 \\ + \quad 0 \quad 1 \quad 1 \quad \dots \quad 1 \quad 1 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \end{array}$$

то есть такая цепочка без изменения вернется в верхнюю разрядную сетку. Совершенно аналогично в верхнюю разрядную сетку переписывается каждая цепочка единиц, в том числе единичной длины, которая априори (после первого шага вертикального сложения) располагалась в нижней разрядной

сетке, будучи никак не связанной с переносом. Таким образом, в верхней разрядной сетке расположится окончательная однорядная сумма двух двоичных полиномов, а нижняя разрядная сетка вся будет заполнена нулями. В частности, для преобразования (10) получится:

$$\begin{aligned} & + \left\{ \begin{array}{cccccccccccc} 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \end{array} \right\} \\ & = \left\{ \begin{array}{cccccccccccc} 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \end{array} \right\} \\ & = \left\{ \begin{array}{cccccccccccc} 0 & -1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{array} \right\} \\ & = \left\{ \begin{array}{cccccccccccc} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{array} \right\} \end{aligned} \quad (11)$$

Для полноты обоснования использованной на данном четвертом шаге перезаписи цепочки единиц из нижней разрядной сетки в верхнюю, равно как и предварительной перезаписи цепочки единиц из верхней разрядной сетки в нижнюю, формулируется

Предложение 1. После первого шага вертикального сложения каждая цепочка единиц верхней разрядной сетки, не являющаяся цепочкой переноса, обладает той особенностью, что под каждой единицей этой цепочки по вертикали находится ноль нижней разрядной сетки (нулевой коэффи-

циент того же веса, что и рассматриваемая единица). Одновременно с тем каждая цепочка единиц нижней разрядной сетки обладает той особенностью, что над каждой единицей этой цепочки по вертикали находится ноль верхней разрядной сетки, исключение составляет единица младшего разряда цепочки переноса, если она входит в рассматриваемую цепочку нижней разрядной сетки. После третьего шага поразрядно-параллельной обработки оговорка относительно исключения становится излишней (ввиду априорной реализации каждого переноса).

Доказательство. Если бы на месте нуля по вертикали находилась единица, то она образовывала бы пару вертикальных единиц и перенос, что противоречит условию, с точностью до оговоренного исключения.

На выполнении рассмотренных преобразований завершается четвертый шаг поразрядно-параллельного сложения двоичных полиномов, который является окончательным.

Реализация четвертого шага может быть иной, без ввода отрицательных единиц. Именно: пусть выполнены первый, второй и третий шаги поразрядно-параллельной обработки и все цепочки единиц, не содержащие переноса, переписаны в нижнюю разрядную сетку, а расположение всех цепочек переноса осталось без изменений. Тогда во всех цепочках переноса синхронно

и параллельно по всем разрядам выполняется следующее преобразование. Ноль непосредственно слева от единицы старшего разряда цепочки единиц переноса в верхней разрядной сетке инвертируется в единицу. Каждая единица цепочки переноса инвертируется в ноль. В том числе в ноль инвертируется единица из нижней разрядной сетки вертикальной пары единиц младшего разряда цепочки переноса. Таким образом, каждая цифра цепочки переноса, ее левой нулевой границы и вертикальной пары единиц младшего разряда инвертируется в обратный код (инверсия реализуема через функцию логического отрицания). Остальные цифры нижней разрядной сетки не преобразуются. На выходе преобразования реализуется выполнение переноса:

$$\begin{matrix} 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 1 & 1 & = & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 1 \end{matrix}, \text{ или, } \begin{matrix} 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 1 & 0 & = & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 \end{matrix}$$

Преобразование выполняется синхронно и параллельно по всем цепочкам переноса. Для окончания обработки останется переписать по вертикали с сохранением веса все единицы из нижней разрядной

сетки в верхнюю разрядную сетку, где окончательно окажется представленным однорядный код суммы двоичных полиномов. В частности, для преобразования (10) получится:

$$\begin{aligned} & + \left\{ \begin{array}{cccccccccccc} 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \end{array} \right. \\ & = \left\{ \begin{array}{cccccccccccc} 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \end{array} \right. \tag{12} \\ & = \left\{ \begin{array}{cccccccccccc} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \end{array} \right. \\ & = \left\{ \begin{array}{cccccccccccc} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{array} \right. \end{aligned}$$

Очевидно, (12) эквивалентно (11). На этом завершается данная разновидность четвертого шага поразрядно-параллельного сложения двоичных полиномов.

Оценка временной сложности и числа элементов параллельного сумматора. Передача тока по шине 2 (рисунок) является сквозной – в том смысле, что она происходит при априори зафиксированных состояниях контактов переключательных элементов. Эти состояния зафиксированы синхронно, параллельно по всем разрядам и по всем переключательным элементам, в начале второго шага, сразу после первого шага вертикального сложения, во взаимно однозначном соответствии полученным значениям разрядов. Определяющие состо-

яния контактов переключателей значения разрядов получены на входе второго шага априори, непосредственно с выхода первого шага вертикального сложения, настройка состояний контактов всех переключателей по управлению от разрядных логических элементов выполняется, таким образом, априори. Переключатели не меняют направление тока в процессе выполнения второго шага поразрядно-параллельной обработки, состояние их контактов не зависит от дальнейшего прохождения тока по верхнему и нижнему проводникам, состояние контактов зависит только от априорной параллельной настройки на входе второго шага. Это означает, что ни один из переключательных элементов в процессе выполнения второго

шага не перешел из одного состояния в другое, переключатели не подвергались последовательным шагам изменения состояний своих контактов, их состояние стационарно. Состояние контактов переключателей на втором шаге поразрядно-параллельной обработки не вызовет иной задержки времени, кроме той, которая априори потребовалась для однократной параллельной настройки контактов. Поэтому время выполнения второго шага имеет единичную задержку τ , требуемую на переключение логического элемента, затем столько же времени требуется на параллельную перезапись цепочек в нижнюю разрядную сетку. С точностью до постоянного коэффициента такое же время требуется на выполнение первого, третьего и четвертого шагов рассматриваемой поразрядно-параллельной обработки. В результате время рассматриваемого сложения двоичных полиномов формально не зависит от числа разрядов слагаемых (от степени полиномов n) и оценивается как:

$$t(r) = 4c\tau, \quad c = \text{const}, \quad (13)$$

где константа c зависит от технологических параметров элементов, τ – время однократного переключения элемента. В (13) и ниже r – количество элементов сумматора, которое, очевидно, линейно зависит от числа разрядов слагаемых:

$$r = c_0(n+1), \quad c_0 = \text{const}, \quad (14)$$

значение c_0 определяется техническими параметрами связи соседних элементов.

Из изложенного вытекает

Теорема 1. Пусть требуется выполнить бинарное сложение двоичных полиномов степени n из (1), (2). Пусть сумматор с представленной выше структурой реализует алгоритм из четырех описанных выше шагов. Тогда, каково бы ни было произвольно заданное n , рассматриваемый сумматор, работая параллельно по всем разрядам, без использования логической схемы

вычисления переноса, найдет искомую сумму за время $t = O(1)$. При этом число элементов сумматора составит $O(n)$. Сложность схемы в целом оценивается в виде:

$$t(r) = O(1), \quad r = O(n). \quad (15)$$

Шаги 3 и 4 можно совместить, что взамен (13) повлечет $t(r) = 3c\tau$, где r из (14).

О распространении алгоритмической структуры метода на другие позиционные системы счисления. Алгоритмическая основа предложенного метода непосредственно переносится на целочисленные полиномы с любым натуральным основанием степени, большим единицы, соответственно с натуральными коэффициентами, меньшими основания. Иными словами, метод применим в любой позиционной системе счисления с натуральным основанием. После выполнения первого шага вертикальной обработки цепочки переноса отделятся друг от друга коэффициентами, заведомо меньшими, чем элементы этой цепочки. Цепочку переноса составит наибольший коэффициент системы счисления (он на единицу меньше основания системы счисления), цепочка переноса горизонтально разместится в верхней разрядной сетке. В нижнюю разрядную сетку попадут значения основания системы счисления со сдвигом по диагонали согласно весу разряда вертикального сложения. Точнее, в нижнюю разрядную сетку попадут единичные коэффициенты с весом сдвинутого на разряд влево основания системы счисления. Слева по диагонали под всей цепочкой переноса в нижней разрядной сетке расположатся нули. Справа, в младшем разряде цепочки переноса, под наибольшим коэффициентом системы счисления верхней разрядной сетки, по вертикали, в нижней разрядной сетке расположится единица. Этот шаг можно проиллюстрировать на примере десятичной системы счисления. По аналогии с (8) выполнение первого шага вертикальной обработки влечет:

$$\begin{array}{r}
 + \left\{ \begin{array}{cccccccccccc}
 3 & 3 & 4 & 8 & 0 & 0 & 7 & 0 & 0 & 8 & 7 & 5 \\
 8 & 6 & 5 & 7 & 5 & 6 & 0 & 1 & 0 & 1 & 9 & 5
 \end{array} \right. \\
 \hline
 = \left\{ \begin{array}{cccccccccccc}
 1 & 9 & 9 & 5 & 5 & 6 & 7 & 1 & 0 & 9 & 6 & 0 \\
 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1
 \end{array} \right.
 \end{array} \quad (16)$$

В (16) в нижней паре строк (в верхней и нижней разрядных сетках) получились две цепочки переноса:

$$\begin{array}{cccc}
 1 & 9 & 9 & 0 & 9 \\
 0 & 0 & 1 & \text{и} & 0 & 1
 \end{array}$$

По диагонали от девятки старшего разряда цепочки всегда ноль. Любое другое значение коэффициента означало бы суммирование по вертикали в рассматриваемом старшем разряде двух чисел, не больших 9, сумма которых оказалась бы не меньше 19. По этой же причине 0 располагается под каждой цифрой 9 данной цепочки переноса, за исключением ее младшего разряда, в котором всегда вертикальная пара $\begin{matrix} 9 \\ 1 \end{matrix}$, начинающая цепочку переноса. В верхней разрядной сетке цепочку переноса слева ограничивает некоторое число, всегда меньшее 9. В обеих разрядных сетках цепочку переноса слева от старшего разряда ограничивает вертикальная пара $\begin{matrix} a \\ 0 \end{matrix}$, где $a < 9$. Справа от младшего разряда цепочку переноса ограничивает вертикальная пара $\begin{matrix} b \\ 0 \end{matrix}$, где $b < 9$, или, $\begin{matrix} c \\ 1 \end{matrix}$, где $c < 9$. В случае если эта вертикальная пара есть $\begin{matrix} c \\ 1 \end{matrix}$, то в верхней разрядной сетке справа, в соседнем младшем разряде должно быть число, меньшее 9. Цепочка чисел, не содержащая переноса,

в младшем (и ни в каком другом) разряде не включает граничную пару $\begin{matrix} 9 \\ 1 \end{matrix}$. Если есть 1 в нижней разрядной сетке, то по вертикали в верхней разрядной сетке будет число меньшее 9: $\begin{matrix} c \\ 1 \end{matrix}$, где $c < 9$.

Таким образом, после первого шага вертикального сложения цепочки переноса взаимно разделены, и ни в один разряд не может прийти одновременно два ненулевых коэффициента. Такие цепочки переноса можно обрабатывать взаимно независимо и независимо от цепочек чисел, не содержащих переноса. Ввиду специфики вида цепочек переноса

$$\begin{matrix} a & 9 & 9 & 9 & 9 & c \\ \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & 1 & 1 \end{matrix} \dots, \text{ где } a < 9, c < 9,$$

или

$$\begin{matrix} a & 9 & 9 & 9 & 9 & b \\ \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & 1 & 0 \end{matrix} \dots, \text{ где } a < 9, b < 9,$$

эти цепочки можно обрабатывать аналогично случаю двоичной системы. Именно: 9 можно заменить на -1, а по диагонали вместо нуля дописать +1. Это равносильно тождеству $9 = -1 + 10$. В результате получится:

$$\begin{matrix} a & 9 & 9 & 9 & 9 & c \\ + & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 1 & 1 \end{matrix} = + \begin{matrix} a & -1 & -1 & -1 & -1 & c \\ 1 & 1 & 1 & \dots & 1 & 1 & 0 \end{matrix} = \begin{matrix} a+1 & 0 & 0 & 0 & 0 & c+1 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 \end{matrix},$$

где $a < 9$, или, соответственно,

$$\begin{matrix} a & 9 & 9 & 9 & 9 & b \\ + & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 1 & 0 \end{matrix} = + \begin{matrix} a & -1 & -1 & -1 & -1 & b \\ 1 & 1 & 1 & \dots & 1 & 1 & 0 \end{matrix} = \begin{matrix} a+1 & 0 & 0 & 0 & 0 & b \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 \end{matrix},$$

где $a < 9$, и, следовательно, перенос выполнен в обоих случаях. При этом обработка сохраняет параллельность по всем разрядам. Без применения электронно-логического выделения цепочек, не содержащих переноса, остается сделать еще один, за-

ключительный, шаг вертикального сложения, чтобы в верхней разрядной сетке получился окончательный десятичный результат сложения двух многоразрядных десятичных чисел.

Так, в примере (16) получится:

$$\begin{aligned} & + \begin{Bmatrix} 3 & 3 & 4 & 8 & 0 & 0 & 7 & 0 & 0 & 8 & 7 & 5 \\ 8 & 6 & 5 & 7 & 5 & 6 & 0 & 1 & 0 & 1 & 9 & 5 \end{Bmatrix} \\ & = \begin{Bmatrix} 1 & 9 & 9 & 5 & 5 & 6 & 7 & 1 & 0 & 9 & 6 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & \end{Bmatrix} \\ & = \begin{Bmatrix} 1 & -1 & -1 & 5 & 5 & 6 & 7 & 1 & 0 & -1 & 6 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \end{Bmatrix} \tag{17} \\ & = \begin{Bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 6 & 5 & 6 & 7 & 1 & 0 & 0 & 6 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & \end{Bmatrix} \\ & = \begin{Bmatrix} 1 & 2 & 0 & 0 & 6 & 5 & 6 & 7 & 1 & 1 & 0 & 7 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{Bmatrix} \end{aligned}$$

То же можно получить, заменяя в цепочках переноса 9, а также 1 младшего разряда в нижней разрядной сетке на 0, а в верхней разрядной сетке добавив 1 к значению разряда, соседнего со старшим разрядом цепочки переноса:

$$\begin{aligned}
 & + \left\{ \begin{array}{cccccccccccc} 3 & 3 & 4 & 8 & 0 & 0 & 7 & 0 & 0 & 8 & 7 & 5 \\ 8 & 6 & 5 & 7 & 5 & 6 & 0 & 1 & 0 & 1 & 9 & 5 \end{array} \right. \\
 & = \left\{ \begin{array}{cccccccccccc} 1 & 9 & 9 & 5 & 5 & 6 & 7 & 1 & 0 & 9 & 6 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{array} \right. \quad (18) \\
 & = \left\{ \begin{array}{cccccccccccc} 1+1 & 0 & 0 & 6 & 5 & 6 & 7 & 1 & 0+1 & 0 & 6 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{array} \right. \\
 & = \left\{ \begin{array}{cccccccccccc} 1 & 2 & 0 & 0 & 6 & 5 & 6 & 7 & 1 & 1 & 0 & 7 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{array} \right.
 \end{aligned}$$

Очевидно, (18) эквивалентно (17).

В общем случае позиционной системы счисления с натуральным основанием v достаточно повторить изложенные рассуждения, заменив наибольший коэффициент 9 десятичной системы на наибольший коэффициент $v - 1$ системы счисления по основанию v . Пусть рассматривается такая система счисления и пусть требуется сложить два $n + 1$ -разрядных целочисленных полинома с основанием степени v и с натуральными коэффициентами:

$$\sum_{\ell=0}^n \bar{\alpha}_{\ell} \bar{v}^{\ell} + \sum_{\ell=0}^n \bar{\beta}_{\ell} v^{\ell} = \sum_{\ell=0}^n (\bar{\alpha}_{\ell} + \bar{\beta}_{\ell}) v^{\ell}, \quad (19)$$

где

$$0 \leq \bar{\alpha}_{\ell} \leq v-1 \quad \forall \ell \in \overline{0, n}, \quad 0 \leq \bar{\beta}_{\ell} \leq v-1 \quad \forall \ell \in \overline{0, n}. \quad (20)$$

Как и в двоичной системе, сложение коэффициентов равного веса можно выполнять по вертикали, параллельно по всем разрядам:

$$\bar{\alpha}_{\ell} + \bar{\beta}_{\ell} = \bar{\delta}_{\ell} \quad \forall \ell \in \overline{0, n}, \quad (21)$$

где все коэффициенты – натуральные числа, не большие $v - 1$, –

$$\bar{\delta}_{\ell} = \bar{\eta}_{\ell} v^{\ell+1} + \bar{v}_{\ell} v^{\ell} \quad \forall \ell \in \overline{0, n}, \quad 0 \leq \bar{\eta}_{\ell} \leq v-1 \quad \forall \ell \in \overline{0, n}, \quad 0 \leq \bar{v}_{\ell} \leq v-1 \quad \forall \ell \in \overline{0, n}. \quad (22)$$

Параллельное по всем разрядам суммирование вида (21), (22), как и в случае двоичной системы, именуется первым шагом вертикального сложения. Как и прежде, при выполнении первого шага вертикального сложения перенос не распространяется, а результаты параллельного по всем разрядам суммирования коэффициентов равного веса в виде двухразрядных чисел (22) записываются параллельно по всем разрядам согласно весу коэффициентов – по диагонали, образуя двухрядный код в двух разрядных сетках:

$$\begin{aligned}
 & + \left\{ \begin{array}{cccccccccccc} \bar{\alpha}_n & \bar{\alpha}_{n-1} & \cdots & \bar{\alpha}_{\ell+1} & \bar{\alpha}_{\ell} & \bar{\alpha}_{\ell-1} & \cdots & \bar{\alpha}_1 & \bar{\alpha}_0 \\ \bar{\beta}_n & \bar{\beta}_{n-1} & \cdots & \bar{\beta}_{\ell+1} & \bar{\beta}_{\ell} & \bar{\beta}_{\ell-1} & \cdots & \bar{\beta}_1 & \bar{\beta}_0 \end{array} \right. \\
 & = \left\{ \begin{array}{cccccccccccc} \bar{v}_n & \bar{v}_{n-1} & \cdots & \bar{v}_{\ell+1} & \bar{v}_{\ell} & \bar{v}_{\ell-1} & \cdots & \bar{v}_1 & \bar{v}_0 & \text{верхняя разрядная сетка} \\ \bar{\eta}_n & \bar{\eta}_{n-1} & \cdots & \bar{\eta}_{\ell+1} & \bar{\eta}_{\ell} & \bar{\eta}_{\ell-1} & \cdots & \bar{\eta}_1 & \bar{\eta}_0 & \text{нижняя разрядная сетка} \end{array} \right. \quad (23)
 \end{aligned}$$

При этом в нижней разрядной сетке могут располагаться исключительно нули или единицы: $\bar{\eta}_{\ell} = \begin{cases} 0 \\ 1 \end{cases} \quad \forall \ell \in \overline{0, n}$.

Имеет место

Лемма 3. Пусть в позиционной системе счисления по основанию v требуется найти сумму двух полиномов (19), (20), и пусть выполнен первый шаг вертикального сложения вида (21) – (23). Тогда любая цепочка переноса примет вид:

или
$$\begin{matrix} a & v-1 & v-1 & v-1 & v-1 & c \\ \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & 1 & 1 \end{matrix} \dots, 0 \leq a < v-1, 0 \leq c < v-1, \quad (24)$$

$$\begin{matrix} a & v-1 & v-1 & v-1 & v-1 & b \\ \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & 1 & 0 \end{matrix} \dots, 0 \leq a < v-1, 0 \leq b < v-1. \quad (25)$$

При этом две ближайшие друг к другу цепочки переносов необходимо отделять друг от друга хотя бы одной вертикальной парой значений равного веса $\begin{matrix} a \\ 0 \end{matrix}$, где $0 \leq a < v-1$. По крайней мере, одна из таких вертикальных пар необходимо располагается слева от значения $v-1$, в разряде на единицу большего веса, чем старший разряд цепочки переноса.

Доказательство. Неравенство $0 \leq a < v-1$ выполнено в силу того, что a обрывает цепочку переноса. Любое значение вместо нуля в паре $\begin{matrix} a \\ 0 \end{matrix}$ означало бы априорное суммирование по вертикали в старшем разряде цепочки переноса двух коэффициентов,

сумма которых не меньше $v + v-1 = 2v-1$, что невозможно, поскольку по вертикали складываются два коэффициента равного веса, каждый из которых не больше $v-1$, и, таким образом, сумма не больше $2v-2$. Значения справа от цепочки переноса обусловлены тем, что вертикальная пара $\begin{matrix} 1 \\ 1 \end{matrix}$ начинает цепочку переноса. При этом диагональная запись $\begin{matrix} c \\ 1 \end{matrix}$ или $\begin{matrix} b \\ 1 \end{matrix}$ не может совпадать с $\begin{matrix} 1 \\ v-1 \end{matrix}$. Лемма доказана.

Лемма 4. В условиях леммы 3 любая цепочка переноса может быть эквивалентно преобразована к виду:

$$\begin{matrix} a & v-1 & v-1 & v-1 & v-1 & c \\ + & 0 & 0 & \dots & 0 & 1 & 1 \end{matrix} = \begin{matrix} a-1 & -1 & -1 & -1 & -1 & c \\ + & 1 & 1 & 1 & \dots & 1 & 1 & 1 \end{matrix} = \begin{matrix} a+1 & 0 & 0 & 0 & 0 & c+1 \\ + & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 \end{matrix}, \quad (26)$$

или

$$\begin{matrix} a & v-1 & v-1 & v-1 & v-1 & b \\ + & 0 & 0 & \dots & 0 & 1 & 0 \end{matrix} = \begin{matrix} a-1 & -1 & -1 & -1 & -1 & b \\ + & 1 & 1 & 1 & \dots & 1 & 1 & 0 \end{matrix} = \begin{matrix} a+1 & 0 & 0 & 0 & 0 & b \\ + & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 \end{matrix}, \quad (27)$$

образуя в верхней разрядной сетке окончательный однорядный код результата переноса.

Доказательство. Запись результата первого вертикального шага сложения по диагонали вида $\begin{matrix} v-1 \\ 0 \end{matrix}$ означает, что сумма по вертикали в разряде веса v^ℓ равна $0 \times v^{\ell+1} + (v-1) \times v^\ell$.

Эта сумма тождественно преобразуется в цепочке равенств

$$0 \times v^{\ell+1} + (v-1) \times v^\ell = (v-1) \times v^\ell = v \times v^\ell - 1 \times v^\ell = 1 \times v^{\ell+1} - 1 \times v^\ell.$$

Последнее равенство в двух разрядных сетках (23) в диагональной записи примет вид: $\begin{matrix} -1 \\ 1 \end{matrix}$. Последующее поразрядно-параллельное сложение по вертикали влечет правую часть равенств (26), (27). Лемма доказана.

Следствие 4. В условиях леммы 3 любая цепочка переноса может быть эквивалентно преобразована к виду:

$$\begin{matrix} a & v-1 & v-1 & v-1 & v-1 & c \\ + & 0 & 0 & \dots & 0 & 1 & 1 \end{matrix} = \begin{matrix} a+1 & 0 & 0 & 0 & 0 & c+1 \\ + & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 \end{matrix}, \quad (28)$$

или

$$\begin{matrix} a & v-1 & v-1 & v-1 & v-1 & b \\ + & 0 & 0 & \dots & 0 & 1 & 0 \end{matrix} = \begin{matrix} a+1 & 0 & 0 & 0 & 0 & b \\ + & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 \end{matrix}, \quad (29)$$

образуя в верхней разрядной сетке окончательный однорядный код результата переноса.

Доказательство непосредственно следует из (26), (27).

Равенства (28), (29) означают, что в любой позиционной системе счисления по натуральному основанию v после первого вертикального шага сложения любая цепочка переноса преобразуется в однорядный код с окончательно реализованным распространением переноса следующим образом. Каждое значение $v - 1$ верхнего ряда цепочки нужно заменить на ноль, заменить на ноль нужно также единицу нижнего ряда в младшем разряде цепочки, и, кроме того, следует прибавить единицу к значению разряда, соседнего со старшим разрядом цепочки переноса.

Очевидно, после первого шага вертикального сложения любая цепочка переноса необходимо отделена с обеих сторон от каждой соседней цепочки коэффициентов, не содержащей переноса, слева и справа ограничителями из (24), (25). Поэтому любая цепочка промежуточных между цепочками переноса значений, не содержащая переноса, может быть отделена вместе с входящими в нее единицами нижней разрядной сетки. В частности, это можно сделать с помощью схемы, в целом аналогичной схеме на рисунке, и разместить значения отделенных разрядов, например, в резервной паре верхней и нижней разрядных сеток. Затем отделенные значения разрядов можно параллельно по всем разрядам сложить с единицами по вертикали. Диагональная запись суммы не понадобится, поскольку по вертикали складываются числа, сумма которых меньше основания системы счисления v . Такое преобразование можно выполнить одновременно для всех цепочек коэффициентов, не содержащих переноса. Тогда в верхней разрядной сетке исходной пары разрядных сеток останутся цепочки переноса, которые одновременно преобразуются параллельно по всем разрядам согласно лемме 4 и следствию 4. Таким образом, в любой позиционной системе счисления с натуральным основанием v можно выполнять поразрядно-параллельное сложение чисел. При этом с техническими оговорками могут сохраниться оценки времени сложения и числа компонентов сумматора вида (15).

Все изложенные свойства верны для двоичной позиционной системы счисления, если положить $v = 2$, что было использовано выше в структуре параллельного сумматора. Свойства сохраняются для десятичной системы счисления, как описано выше, если положить $v = 10$.

Обсуждение. Предложенная структура параллельного сумматора отличается от аналогов тем, что не является результатом синтеза схем переноса на основе буле-

вых формул и функций. Она не использует также схему Когге–Стоуна, часто применяемую для каскадирования ускоренного переноса по всем разрядам слагаемых. Предложенный сумматор реализует элементарные операции сложения битовых коэффициентов двоичных полиномов равного веса параллельно по всем разрядам слагаемых. После предварительного шага сложения по вертикали переносы взаимно отделяются промежуточными парами нулевых коэффициентов равного веса, что сводит дальнейший процесс к физическому разделению цепочек переноса от цепочек единиц без переноса. Разделение реализуется за время однократного переключения элементов. После этого, с точностью до не принципиальных оговорок, повторяется параллельное по всем разрядам сложение коэффициентов равного веса. Результатом является окончательное значение однорядной двоичной суммы двух двоичных полиномов степени n с оценкой времени сложения $O(1)$ на $O(n)$ разрядных элементах. Известные методы синтеза параллельных сумматоров имеют логарифмическую нижнюю оценку глубины схемы переноса, время сложения в них оценивается как $O(\log n)$. Прототип предложенного сумматора ранее был описан в [17, с. 158; 18, с. 57], но при этом не использовалось электронно-логическое отделение цепочек без переноса, без чего количество элементов сумматора составляло не менее $O(n^2)$ элементов. Предложенная структура сумматора соответствует методу поразрядно-параллельной групповой обработки потока арифметических операций, рассмотренному в [17, с. 147; 18, с. 149], и может упрощать получение окончательной суммы и произведения. Упрощение очевидным образом распространяется на случай применения дополнительного кода для вычитания, рассмотренного в [18, с. 153], позволяя выполнить бинарное вычитание $n+1$ -разрядных двоичных полиномов за время $O(1)$ на сумматоре из $O(n)$ элементов. Нетрудно видеть, что сумматор с предложенной структурой позволяет существенно увеличить разрядность данных, в результате повысить точность вычислительной обработки, что актуально в процессах численного моделирования. Отличительное качество изложенного подхода состоит в том, что он переносится на сложение чисел в произвольной позиционной системе счисления с натуральным основанием. В заключение можно указать на применимость параллельного сумматора с предложенной структурой для поразрядно-параллельного сравнения слов в методах поиска.

Заключение

В работе показана возможность выполнения бинарного многоразрядного арифметического сложения без вычисления переноса. Сложение двоичных полиномов степени n выполняется параллельно по всем $n + 1$ разрядам за единичное время с линейным количеством элементов сумматора: $t(n) = O(1)$. Предложенная структура параллельного сумматора использует арифметические свойства сложения и позиционной двоичной системы счисления без преобразований булевых формул и функций, при этом исключается логарифмическая глубина схемы переноса. В целом метод сложения распространяется на произвольные позиционные системы счисления по натуральному основанию. Актуальные приложения связаны с ускорением потоковой обработки групповых арифметических операций и с увеличением точности вычислений в процессах численного моделирования.

Список литературы

1. Харрис С.Л., Харрис Д. Цифровая схемотехника и архитектура компьютера: RISC-V / Пер. с англ. В.С. Яценкова, А.Ю. Романова; Под ред. А.Ю. Романова. М.: ДМК Пресс. 2021. 810 с. URL: <https://znanium.ru/catalog/document?id=446467> (дата обращения: 27.11.2024).
2. Дерягин А.В., Сабирова Ф.М. Основы автоматизации и вычислительной техники: учебное пособие для СПО. СПб.: Лань. 2024. 108 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/367418> (дата обращения: 20.12.2024).
3. Якунин А.Н., Аунг Мью Сан, Хан Мью Хтун. Повышение эффективности работы многоразрядного двоичного параллельно-префиксного сумматора // Известия высших учебных заведений. Электроника. 2020. Т. 25, № 2. С. 123-135. DOI: 10.24151/1561-5405-2020-25-2-123-135.
4. Held S., Spirkl S.T. Binary Adder Circuits of Asymptotically Minimum Depth, Linear Size, and Fan-Out Two // ACM Transactions on Algorithms (TALG). 2018. Vol. 14. Is. 1. №. 4. P. 1-18. DOI: 10.1145/3147215.
5. Neutzling A., Marranghello F.S., Matos J.M., Reis A., Ribas R.P. maj-n Logic Synthesis for Emerging Technology // IEEE Trans. Comput.-Aided Des. Integr. Circuits Syst. 2019. Vol. 39. No 3. P. 747-751. URL: https://scholar.google.co.uk/citations?view_op=list_works&hl=ru&hl=ru&user=UY5_EnoAAAAJ (дата обращения: 27.11.2024).
6. Reuben J. Design of In-Memory Parallel-Prefix Adders // Journal of Low Power Electronics and Applications. 2021. Vol. 11. Is. 45. P. 1-16. DOI: 10.3390/jlpea11040045.
7. Kaneko M. A Novel Framework for Procedural Construction of Parallel Prefix Adders / In Proceedings of the 2019 // IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS). Sapporo, Japan. 26-29 May 2019. P. 1-5. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8702117> (дата обращения: 27.11.2024). DOI: 10.1109/ISCAS.2019.8702117.
8. Khan A., Wairya S. Efficient and Power-Aware Design of a Novel Sparse Kogge-Stone Adder using Hybrid Carry Prefix Generator Adder // Advances in Electrical and Computer Engineering. 2024. Vol. 24. Is. 1. P. 71-80. URL: <https://aece.ro/abstractplus.php?year=2024&number=1&article=8> (дата обращения: 27.11.2024). DOI: 10.4316/AECE.2024.01008.
9. Sunil M., Ankith R.D., Manjunatha G.D., Premananda B.S. Design and Implementation of Faster Parallel Prefix Kogge Stone Adder // International Journal of Electrical and Electronic Engineering & Telecommunications. 2014. Vol. 3. No. 1. P. 116-121. URL: <https://www.ijeetc.com/index.php?m=content&c=index&a=show&catid=153&id=885> (дата обращения: 25.11.2024).
10. Rashidi B. APPAs: fast and efficient approximate parallel prefix adders and multipliers // Journal of Supercomputing. 2024. Vol. 80. P. 1-28. DOI: 10.1007/s11227-024-06356-7. URL: <https://www.researchgate.net/publication/382523431> (дата обращения: 22.11.2024).
11. Hassanzadeh A., Shabani A. Low Power Parallel Prefix Adder Design Using Two Phase Adiabatic Logic // Journal of Electrical and Electronic Engineering. 2015. Vol. 3. Is. 6. P. 181-186. DOI: 10.11648/j.jee.20150306.11.
12. Rakesh S., Grace K.S.V. A comprehensive review on the VLSI design performance of different Parallel Prefix Adders // Materials Today: Proceedings. 2019. Vol. 11. Part. 3. P. 1001-1009. DOI: 10.1016/j.matpr.2018.12.030.
13. Marimuthu M., Rajendran S., Radhakrishnan R., Rengarajan K., Khurram S., Ahmad S., Sayed A.E., Shafiq M. Implementation of VLSI on signal processing-based digital architecture using AES algorithm // Comput. Mater. Contin. 2023. Vol. 74. № 3. P. 4729-4745. DOI: 10.32604/cmc.2023.033020.
14. Сергеев И.С. Некоторые вопросы синтеза параллельных схем: автореф. дис. ... докт. физ.-мат. наук. Москва: МГУ, 2021. 38 с.
15. Гашков С.Б., Сергеев И.С. О значении работ В.М. Храпченко // Прикладная дискретная математика. 2020. № 48. С. 109-124. DOI: 10.17223/20710410/48/10.
16. Commentz-Walter B. Size-depth tradeoff in monotone Boolean formulae // Acta Inf. 1979. Vol. 12. P. 227-243. DOI: 10.1007/BF00264580.
17. Ромм Я.Е. Метод вертикальной обработки потока целочисленных групповых данных. II. Приложение к бинарным операциям // Кибернетика и системный анализ. 1998. № 6. С. 146-162.
18. Ромм Я.Е. Поразрядно-параллельная двоичная обработка без вычисления переноса в аспектах повышения производительности и снижения погрешности // Современные наукоемкие технологии. 2022. № 5-1. С. 48-69. DOI: 10.17513/snt.39149.

УДК 004.6:004.75

DOI 10.17513/snt.40277

ИНТЕГРАЦИЯ ТИПОВОГО ОТРАСЛЕВОГО РЕШЕНИЯ АВТОДИЛЕРА НА ПЛАТФОРМЕ «1С: ПРЕДПРИЯТИЕ» С АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМОЙ УПРАВЛЕНИЯ ДИЛЕРСКОЙ СЕТЬЮ ПРОИЗВОДИТЕЛЯ

¹Савина А.Г., ¹Малявкина Л.И., ²Агейчев А.И.

¹*Среднерусский институт управления – филиал ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации»,*

Орел, e-mail: angen1976@mail.ru, ludamal20@yandex.ru;

²*ООО «БИНОМ», Орел, e-mail: info@binomorel.ru*

Цель исследования состоит в разработке на платформе «1С: Предприятие» интеграционного модуля для синхронизации и обмена данными между типовой отраслевой конфигурацией «1С: Альфа-Авто» и автоматизированной системой управления дилерской сетью АО «АвтоВАЗ» в части реализации требований автопроизводителя по передаче дилерскими центрами данных по продажам автомобилей. Настройка интеграционного взаимодействия систем реализована с учетом требований к формату обмена и составу данных, принимаемых в систему управления дилерской сетью из внешних систем. Интеграционный модуль предназначен для настройки автоматической передачи данных по рабочим листам из учетной системы дилера в систему управления дилерской сетью производителя. Кроме обеспечения загрузки и выгрузки данных рабочих листов модуль предоставляет функционал для синхронизации информации между отраслевым прикладным решением «1С: Альфа-Авто» и системой управления дилерской сетью АО «АвтоВАЗ». Для этого в системе «1С: Альфа-Авто» добавлена управляемая форма с двумя вкладками-страницами (для выгрузки рабочих листов и загрузки справочников из системы управления дилерской сетью) и кнопкой выбора настроек подключения к системе управления. Это позволяет обновлять данные в обеих системах одновременно, минимизируя вероятность ошибок и несоответствий. Для пользователей разработанного модуля составлена подробная инструкция с общей информацией об интеграционном модуле и пошаговым описанием их действий для синхронизации справочников и алгоритма передачи данных по рабочим листам в систему управления дилерской сетью АО «АвтоВАЗ», доступ к которой добавлен на основную форму обработки. Разработанный интеграционный модуль направлен на реализацию требований АО «АвтоВАЗ» к дилерским центрам по настройке интеграционного взаимодействия их учетных систем с системой управления для централизованного автоматизированного управления дилерской сетью и взаимоотношениями с клиентами. Интеграция позволит повысить эффективность работы дилерской сети и удовлетворенность клиентов посредством обеспечения единого формата их обслуживания по стандартам дилерской сети, персонализации взаимодействия и выстраивания омниканальной модели.

Ключевые слова: интеграционный модуль, синхронизация и обмен данными, интеграция, технологическая платформа «1С: Предприятие», рабочий лист, отраслевая конфигурация, автоматизированная система управления дилерской сетью

INTEGRATION OF A TYPICAL INDUSTRY SOLUTION OF A CAR DEALER ON THE «1S: ENTERPRISE» PLATFORM WITH THE MANUFACTURER'S AUTOMATED DEALER NETWORK MANAGEMENT SYSTEM

¹Savina A.G., ¹Malyavkina L.I., ²Ageychev A.I.

¹*Central Russian Institute of Management – Branch of the Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Orel, e-mail: angen1976@mail.ru, ludamal20@yandex.ru;*

²*LLC «BINOM», Orel, e-mail: info@binomorel.ru*

The objective of the study is to develop an integration module on the 1C: Enterprise platform for synchronization and data exchange between the standard industry configuration 1C: Alfa-Auto and the automated dealer network management system of JSC AvtoVAZ in terms of implementing the automaker's requirements for the transfer of car sales data by dealer centers. The integration interaction of the systems is configured considering the requirements for the exchange format and the composition of the data received by the dealer network management system from external systems. The integration module is designed to configure the automatic transfer of data according to worksheets from the dealer's accounting system to the manufacturer's dealer network management system. In addition to ensuring the loading and unloading of worksheet data, the module provides functionality for synchronizing information between the 1C: Alfa-Auto industry application solution and the dealer network management system of JSC AvtoVAZ. For this purpose, a controlled form with two tabbed pages (for unloading worksheets and loading reference books from the dealer network management system) and a button for selecting the settings for connecting to the management system has been added to the 1C: Alfa-Auto system. This allows updating data in both systems simultaneously, minimizing the likelihood of errors and inconsistencies. For users of the developed module, detailed instructions have been compiled with general information about the integration module and a step-by-step description of their actions for synchronizing reference books and an algorithm for transferring data by worksheets to the dealer network management system of JSC AvtoVAZ, access to which has been added to the main processing form. The developed integration module is aimed at implementing the requirements of JSC AvtoVAZ for dealer centers to set up the integrated interaction of their accounting systems with the management system for centralized automated management of the dealer network and customer relationships. The integration will improve the efficiency of the dealer network and customer satisfaction by providing a unified format for their service according to the dealer network standards, personalizing interactions and building an omnichannel model.

Keywords: integration module, synchronization and data exchange, integration, worksheet, technological platform «1C: Enterprise», industry configuration, automated dealer network management system

Введение

Тенденция цифровизации стремительно захватывает все больше областей функционирования бизнеса, повышая обоснованность принятия управленческих решений и приводя к кардинальным изменениям бизнес-процессов [1]. Современные компании активно внедряют передовые технологии для автоматизации процессов, повышения эффективности и конкурентоспособности. Одной из ключевых задач цифровой трансформации становится обеспечение интеграции различных информационных систем, платформ и сервисов [2, 3]. Крупные автопроизводители, имеющие разветвленные сети дилерских центров, стремятся организовать автоматизированный централизованный контроль эффективности деятельности каждого из них и выстраивают целые цифровые экосистемы с обширным спектром функциональных возможностей составляющих их модулей [4, 5]. При этом возникает потребность настройки интеграционного взаимодействия и информационного обмена данными между используемыми в дилерских центрах учетными системами и внедряемыми автопроизводителем системами управления дилерской сетью и взаимоотношениями с клиентами. К числу таких компаний относится АО «АвтоВАЗ», имеющее одну из самых крупных дилерских сетей на территории Российской Федерации [6, 7]. Компания демонстрирует устойчивую тенденцию роста и активно развивает дилерскую сеть: на октябрь 2024 г. под контролем компании функционирует 333 официальных дилерских центра, прирост к 2021 г. составляет 9,3%. Все участники дилерской сети LADA реализуют автомобили LADA на территории Российской Федерации и обеспечивают полный цикл их обслуживания (гарантийный, коммерческий ремонт, техническое обслуживание) на протяжении всего периода эксплуатации транспортного средства. Работают они в соответствии с международными стандартами и в глобальном рейтинге дилерских сетей по клиентскому сервису, пред- и послепродажному обслуживанию занимают достаточно высокие позиции. Наряду с политикой единства цен в дилерской сети используется единый фирменный стиль и реализуется строгий корпоративный стандарт сбытовой деятельности, взаимодействия и уровню обслуживания клиентов. Исследование тенденций развития управления дилерскими сетями показало, что ключевыми направлениями его совершенствования являются [4, 7, 8]:

– процессы диджитализации всех аспектов взаимодействия с клиентами бренда и стремление перехода к омниканальной модели организации продаж и обслуживания;

– выстраивание глубоко персонализированного клиентского сервиса, повышение удовлетворенности и формирование сверхрелевантного клиентского опыта, предполагающего полное соответствие клиентским ожиданиям и запросам, повышение удовлетворенности и лояльности к бренду;

– увеличение уровня доверия клиентов к бренду посредством обеспечения прозрачности и открытости всех этапов взаимодействия с дилерским центром и автопроизводителем.

В современных условиях эффективная организация системы управления дилерской сетью невозможна без соответствующего информационно-технологического обеспечения. Для управления сетью дилерских центров автопроизводители используют различные специализированные программные продукты, веб-ресурсы, платформы и сервисы. Такая структура цифровых экосистем управления дилерскими сетями позволяет обеспечить соответствие направлений развития дилерской сети выделенным тенденциям. В 2023 г. для централизованного автоматизированного управления дилерской сетью и взаимоотношениями с клиентами компания АО «АвтоВАЗ» приняла решение о внедрении системы управления дилерской сетью, предъявив дилерским центрам требование настройки интеграционного взаимодействия используемых ими учетных систем с системой управления автопроизводителя, где в единой экосистеме реализовано управление данными о состоянии запасов, продаж, сбытовой деятельности и сервисного обслуживания клиентов по всем дилерским центрам. Система управления дилерской сетью АО «АвтоВАЗ» включает несколько укрупненных модулей (рис. 1). Встроенные аналитические инструменты системы позволяют генерировать отчетную информацию, осуществлять мониторинг ключевых показателей эффективности сбытовой деятельности (KPI) дилерских центров в режиме реального времени и на основе результатов проведенного анализа принимать обоснованные управленческие решения. Каждый из модулей предполагает автоматизацию укрупненной группы процессов взаимодействия с клиентами и информационного обмена между дилерскими центрами и автопроизводителем. Полная информационная база данных дилерских центров с соответствующими инструментами контроля деятельности каждого из них находится в модуле управления стандартами дилерской сети. Несколько крупных модулей отведено для автоматизации управления взаимоотношениями с клиентами бренда LADA.



*Рис. 1. Основные модули DNM-системы АВТОВАЗ
Источник: составлено авторами*

Модуль «Клиенты и коммуникация» предназначен для хранения полной структурированной информации о клиентах бренда на каждом этапе жизненного цикла взаимодействия с дилерским центром, включая всю историю взаимодействия. В отдельном модуле хранится база в разрезе сервисного обслуживания клиентов и их транспортных средств. По каждому дилерскому центру в модуле представлена база заказ-нарядов, информация по работе с претензиями и повторными обращениями в целях проведения сервисных работ. Каждый из этих модулей формирует агрегированные отчеты с возможностью сегментации клиентской базы в зависимости от условий отбора. Модули «Клиентский и дилерский маркетинг» и «Удовлетворенность клиентов» предназначены для планирования и реализации маркетинговых активностей, а также анализа удовлетворенности клиентов уровнем обслуживания. Система управления дилерской сетью содержит полный набор инструментов для управления и оперативного контроля продаж дилерских центров. Помимо

модуля складского учета автомобилей, предполагающего интеграцию с дилерскими автоматизированными системами, она содержит «живую» воронку продаж с полностью автоматизированным процессом сбора данных по всем клиентам, событиям и активностям, онлайн-витрину и различные формы, обеспечивающие ИТ-сопровождение и поддержку онлайн-продаж (страховой и кредитный калькуляторы, калькулятор технического обслуживания, онлайн-оценка транспортного средства и интеграция с сервисами онлайн-оплаты и e-commerce).

Таким образом, по результатам анализа функциональных возможностей модулей DNM-системы можно сделать вывод о том, что внедрение единой платформы позволит компании не только осуществлять централизованное управление дилерской сетью и контролировать соблюдение стандартов бренда. АО «АвтоВАЗ» получит возможность координировать взаимодействие между дилером и автопроизводителем и обеспечить единый уровень обслуживания клиентов бренда в рамках всей дилерской

сети. Поэтому компания АО «АвтоВАЗ» жестко регламентировала обязательные параметры настройки интеграции используемых в дилерских центрах учетных систем с централизованными сервисами и системами автопроизводителя. При этом настройка интеграционного взаимодействия учетных систем дилерских центров с DNM-системой должна реализовываться поэтапно. В рамках настоящего исследования решена задача разработки интеграционного модуля взаимодействия учетной системы одного из дилерских центров компании АО «АвтоВАЗ» с модулем «Продажи» системы управления дилерской сетью автопроизводителя.

Цель исследования состоит в разработке на платформе «1С: Предприятие» интеграционного модуля для синхронизации и обмена данными между отраслевой конфигурацией «1С: Альфа-Авто» и системой управления дилерской сетью АО «АвтоВАЗ» в части реализации требований автопроизводителя по передаче дилерскими центрами данных по продажам автомобилей.

Материалы и методы исследования

Предпроектное обследование предметной автоматизации включало авторское исследование и анализ информационного поля с результатами практических и теоретических исследований по следующей проблематике. Авторами проведен анализ современных трендов мирового и российского автомобилестроения [1, 5]. Изучены особенности организации и функционирования дилерских сетей крупных автопроизводителей, прежде всего с точки зрения их информационно-технологического обеспечения, тенденций развития управления дилерскими сетями, функциональные возможности и потенциальные эффекты внедрения автопроизводителями современных цифровых онлайн-сервисов и платформ как ключевых элементов цифровых экосистем управления дилерскими сетями и организации взаимодействия с клиентами бренда [4, 7, 8]. Установлено, что для их эффективного использования и централизованных коммуникаций дилерских центров с производителями возникает потребность настройки интеграционного взаимодействия и информационного обмена данными между используемыми в дилерских центрах корпоративными системами и внедряемыми автопроизводителем системами управления дилерской сетью. Далее было проведено моделирование реализации типового бизнес-процесса организации предпродажной работы с клиентами дилерского центра, идентифицированы ключевые элементы его документационного сопровождения и их отражение в учетной

системе дилера, а также выделены «узкие места» реализации, не позволяющие автопроизводителю осуществлять оперативный контроль процесса продажи транспортных средств и качества ведения каждой сделки. На основе выявленных недостатков и анализа требований к интеграции и формату обмена данными были разработаны функциональные требования к разрабатываемому интеграционному модулю.

Следующим этапом стало изучение способов интеграции информационных систем [2, 3], а также механизмов технологической платформы «1С: Предприятие» с точки зрения возможных вариантов реализации интеграционного взаимодействия. При этом особое внимание уделено исследованию вариантов обмена данными типовой конфигурации с внешними ресурсами и приложениями [9, 10]. Проведен анализ способов синхронизации данных учетной системы и веб-сервиса [11, 12], а также регламентирующей документации по их эффективному и рациональному использованию. По результатам исследования спроектирована иерархическая структура метаданных интеграционного модуля конфигурации и осуществлена ее реализация.

Результаты исследования и их обсуждение

По результатам анализа предметной области установлено, что ключевым элементом стратегии автопроизводителя является развитие взаимоотношений с клиентами бренда. В соответствии с этим все бизнес-процессы дилерского центра выстраиваются на основе концепции клиентоцентричности. Для дилерского центра одним из наиболее важных этапов управления продажами автомобилей является предпродажное взаимодействие с потенциальными покупателями и клиентами. Грамотно выстроенная работа с клиентом с большой долей вероятности гарантирует успешное совершение сделки, способствует росту клиентской базы, индекса удовлетворенности обслуживанием и лояльности к дилеру. Проведенные исследования показали, что процесс обслуживания клиентов в дилерском центре представляет собой их поэтапное двунаправленное взаимодействие. Декомпозиция типового бизнес-процесса продажи автомобиля на этапы его реализации позволяет, наряду с непосредственной предпродажной подготовкой самого транспортного средства (ТС), выделить целый комплекс работ, направленных именно на предпродажное взаимодействие с клиентом:

– первичный контакт с клиентом (обработка телефонного звонка, общение во вре-

мя очного визита в дилерский центр, ответ на электронное письмо или обработка заполненной клиентом формы на сайте) в целях выявления его потребностей и ожиданий;

- планирование дальнейшего взаимодействия;
- презентация предложений дилерского центра на основании анализа запроса клиента;
- подбор, конфигурирование и резервирование автомобиля;
- дополнительное информирование клиента о маркетинговых акциях и системе скидков;
- планирование и организация тест-драйва;
- подготовка коммерческого предложения;
- заказ автомобиля у поставщика;
- заключение договора и отгрузка автомобиля.

Организация большей части выделенных работ входит в должностные обязанности менеджеров дилерских центров. Очень важно тщательно отслеживать все действия клиента. Анализ этих данных впоследствии позволяет выделить, через какие источники клиенты находят информацию и обращаются в дилерский центр, определить, какая модель автомобиля вызывает больший интерес, насколько часто контакт клиента с дилерским центром завершается подписанием контракта и собственно продажей автомобиля, составить статистику продаж и т.д. Сбор и анализ этих данных необходим как инструмент повышения продаж автомобилей, обеспечения соответствия требованиям со стороны автопроизводителя и установления более выгодных и надежных отношений с компанией АО «АвтоВАЗ». Автопроизводитель аккумулирует информацию от дилерских центров и контролирует необходимые показатели: статистику продаж каждого дилера, его активность в регионе и за пределами и др. Это позволяет понять, какие модели чаще всего продаются, какие дополнительные опции чаще всего клиенты приобретают и, самое главное, через какие дилерские центры проходит больше всего продаж.

Как правило, предпродажная работа с клиентом дилерского центра фиксируется в документе «Рабочий лист» (РЛ), который позволяет отслеживать и контролировать все этапы продаж, начиная с первого контакта с клиентом и заканчивая отгрузкой автомобиля и завершением сделки. Документ хранит полный набор данных по всем взаимодействиям с клиентом, фиксируя все данные по первичным и изменяющимся потребностям каждого из них, способ обращения и способ приобретения, аккумулируя всю информацию по каждой сделке по принципу «одного окна».

В учетной системе дилера рабочий лист представляет собой электронную форму ввода, редактирования и хранения информации об этапах обработки обращений клиентов и возможной покупке автомобиля. В системе «1С: Альфа-Авто» РЛ является одним из основных объектов конфигурации, используемым для управления процессом продажи ТС и организации учета взаимодействия с клиентом. В нем фиксируется следующая информация:

- данные по клиентам и потенциальным покупателям;
- сведения об автомобиле, который клиент хочет приобрести (потребность), включающая марку, модель, год выпуска, на поздних этапах за клиентом закрепляется конкретный автомобиль, вводится его VIN, госномер (если автомобиль с пробегом);
- способ привлечения клиента в дилерский центр («холодный» звонок, реклама и др.);
- параметры сделки (сумма сделки, способ оплаты и приобретения (наличными, в кредит, по программе Trade-in), ответственный за сделку менеджер).

В рабочем листе также фиксируется каждое событие, касающееся взаимодействия клиента с дилерским центром: производится планирование визитов, звонков, тест-драйва, временное резервирование транспортного средства за клиентом. В нем указывается вся информация о подготовке коммерческого предложения, заключении контракта на покупку автомобиля или же причины отказа от его приобретения. Документ содержит информацию о текущем статусе выполнения задач и этапов продаж, что позволяет осуществлять оперативный контроль процесса и своевременно реагировать на возникающие в нем изменения. Соблюдается хронологический порядок событий. С этой целью для каждого события предусмотрена возможность установки статуса: «Запланирован», «Завершено», «Отменено». В свою очередь, каждый рабочий лист имеет свои статусы: «Отказ», «Создан», «Интерес», «Продажа», «Сделка». В учетной системе «1С: Альфа-Авто» присутствуют встроенные отчеты, которые позволяют посмотреть статистику и провести анализ по множеству рабочих листов за определенный период. На основании отчетов проводится анализ как каждой совершенной сделки, так и по их совокупности за различные временные периоды, оценивается эффективность работы менеджеров, выявляются успешные стратегии и области, требующие корректирующих действий с точки зрения оптимизации и улучшения. АО «АвтоВАЗ» получает сводные данные дилерских центров по рабочим листам только в установ-

ленные им отчетные периоды. Отправку отчетов (за неделю, месяц, квартал, год) дилерский центр производит по электронной почте. Этот метод неэффективен, поскольку автопроизводитель не имеет возможности осуществлять оперативный контроль продажи транспортных средств и качества ведения каждой сделки (причины отказов, брошенные рабочие листы с отсутствующими активными событиями, отмены контрактов и т.д.), не может оценить работу менеджеров дилерских центров при взаимодействии с клиентом, провести анализ первичных потребностей клиентов, причины их изменения и невозможности удовлетворения в случае отказа от приобретения автомобиля.

После внедрения системы управления процессами дилерской сети АО «АвтоВАЗ» выдвинул требование по настройке ее интеграции с учетными системами дилерских центров. В рамках настоящего исследования была поставлена задача разработки интеграционного модуля, обеспечивающего обмен данными по продажам автомобилей и автоматическую передачу информации по рабочим листам из локальной системы дилерского центра в DNM-систему АВТОВАЗ. Требования к первичной настройке справочников системы управления дилерской сетью,

формату обмена данными и составу получаемых из внешних систем данных были определены самим автопроизводителем и компанией-разработчиком ООО «ИНФОТЕК» (Россия). В соответствии с требованиями данные по рабочим листам, его событиям и активностям из учетной системы дилера должны передаваться как в режиме реального времени, так и один раз в день и автоматически вноситься в интерактивный рабочий лист DNM-системы. На основе результатов анализа и требований к настройке синхронизации и обмена данными с DNM-системой АВТОВАЗ были сформированы функциональные требования к интеграционному модулю и определены ключевые объекты конфигурации «1С: Альфа-Авто», добавление которых необходимо для обеспечения его функционирования (табл. 1).

Пользовательский интерфейс интеграционного модуля должен быть информативным, интуитивно понятным и простым для использования, содержать понятные инструкции и подсказки, поэтому требование F1 является первоочередным требованием разработки. Объекты, добавляемые согласно требованиям F2–F6, должны быть доступны как по отдельности, так и в общем интерфейсе доработки.

Таблица 1

Функциональные требования к интеграционному модулю

Идентификатор	Формулировка	Рекомендации по реализации требования	Объект конфигурации / тип запроса
F1	Все возможности системы должны быть доступны в одном месте	По нажатию кнопки открывается форма интеграционного модуля	Обработка «Binom_DNM_Обмен_Лада»
F2	Система должна хранить настройки для подключения к DNM	По нажатию кнопки выбора открывается список настроек	Справочник «DNM Настройки»
F3	Система должна загружать информацию справочников из справочников DNM	По нажатию кнопки «Синхронизировать» отправляется запрос в DNM-систему и происходит заполнение справочников в учетной системе дилера	Справочники из таблицы Процедура «GET-запрос»
F4	Система должна позволять сопоставление загруженных справочников и справочников системы	По нажатию кнопки «Настройка» открываются справочники 1С «Альфа-Авто». Затем пользователь самостоятельно выбирает элементы, которые надо сопоставить с загруженными.	Дополнительные реквизиты в справочниках учетной системы дилера
F5	Система должна выгружать данные документа «Рабочий лист» в DNM	Пользователь выбирает Рабочие листы, которые хочет отправить в DNM. По нажатию кнопки «Отправить РЛ в DNM» происходит выгрузка	Процедура «POST-запрос»
F6	Система должна обновлять статус выгруженных рабочих листов в DNM	Пользователь может отправить Рабочий лист повторно, если в документ были внесены изменения. При этом новой записи в DNM создаваться не будет, а будет обновлена имеющаяся	Процедура «PUT-запрос»

Для требования F2 понадобится разделение доступа по ролям: доступ к настройкам подключения должны иметь только специально обученные сотрудники, так как изменение этих настроек напрямую влияет на функционирование интеграционного модуля. При просмотре сохраненных настроек Bearer-токен для авторизации в DNM не должен отображаться в пользовательском интерфейсе, так как это не отвечает требованиям безопасности. Важно, чтобы для пользователя было разделение по разделам функционала требований F3–F4 и F5–F6, так как предполагается раздельное их использование. Загрузка справочников и настройка соответствия будет осуществляться только в начале работы модуля и при внесении изменений на сервере DNM. Для требований F3–F4 необходимо создать новые объекты в учетной системе дилера. Пользователь должен иметь возможность просмотра этих объектов. Интерфейс для взаимодействия с ними должен содержать только важную информацию и должен быть легко читаем. Кнопки на основном окне интерфейса интеграционного модуля должны располагаться интуитивно понятно пользователю и иметь легко читаемые названия. Это справедливо также для требований F5–F6.

Важно, чтобы велась история ошибок с возможностью получения пользователем уведомления о ее наступлении. Предусмотрено ведение лога – формирование текстового файла, в который автоматически будет записываться информация о корректности работы системы/программы/модуля. При появлении ошибок при загрузке/выгрузке DNM будет передавать уникальный код ошибки. Эти данные будут записываться в текстовый документ, что позволит своевременно обнаруживать и устранять

проблемы, связанные с программным кодом или же с некорректным использованием модуля.

На основе анализа функциональных требований был разработан поэтапный план реализации проекта интеграции:

1. Доработка учетной системы дилера (добавление новых объектов в типовую конфигурацию «1С: Альфа-Авто»).

2. Настройка подключения к DNM-системе АВТОВАЗ.

2.1. Настройка загрузки справочников из DNM-системы АВТОВАЗ в учетную систему дилера.

2.2. Настройка соответствия справочников DNM-системы и учетной системы дилера.

2.3. Настройка выгрузки рабочих листов из системы дилера в DNM-систему АВТОВАЗ.

3. Реализация выгрузки рабочих листов в тестовую DNM-систему.

3.1. Перенос интеграционного модуля в рабочую конфигурацию.

3.2. Реализация выгрузки рабочих листов в рабочую DNM.

3.3. Обучение сотрудников работе с интеграционным модулем и запуск его работы.

Если рассматривать взаимодействие дилера и компании ООО «ИНФОТЕК» в процессе реализации разработки, можно выделить следующие этапы: сначала дилерскому центру выдается токен для тестовой DNM и данные учетных записей для проверки переданных через интерфейс DNM данных. Дилер выполняет обязательные работы по настройке интеграции с тестовой DNM и проверяет настроенную интеграцию. На следующем этапе отправляются токен и учетные записи для рабочей DNM, реализуется и проверяется интеграционное взаимодействие с ней.

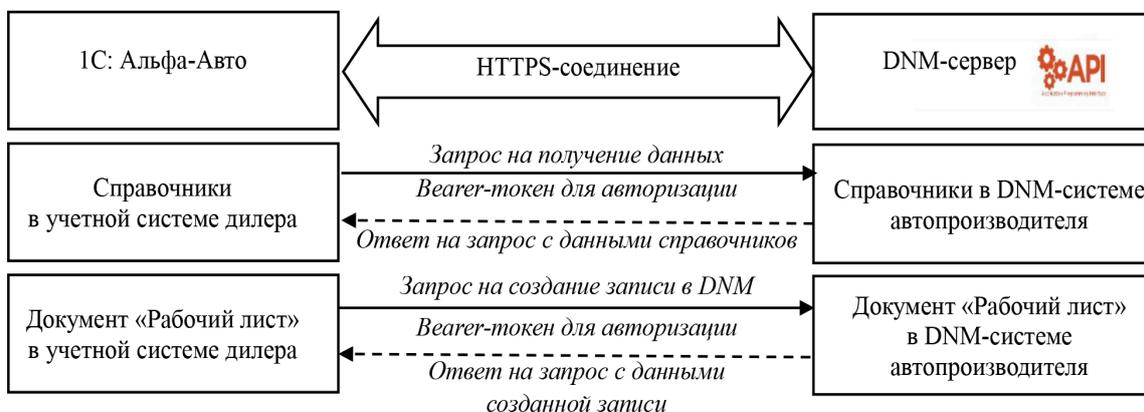


Рис. 2. Схема обмена данными между учетной системой дилера и DNM
Источник: составлено авторами

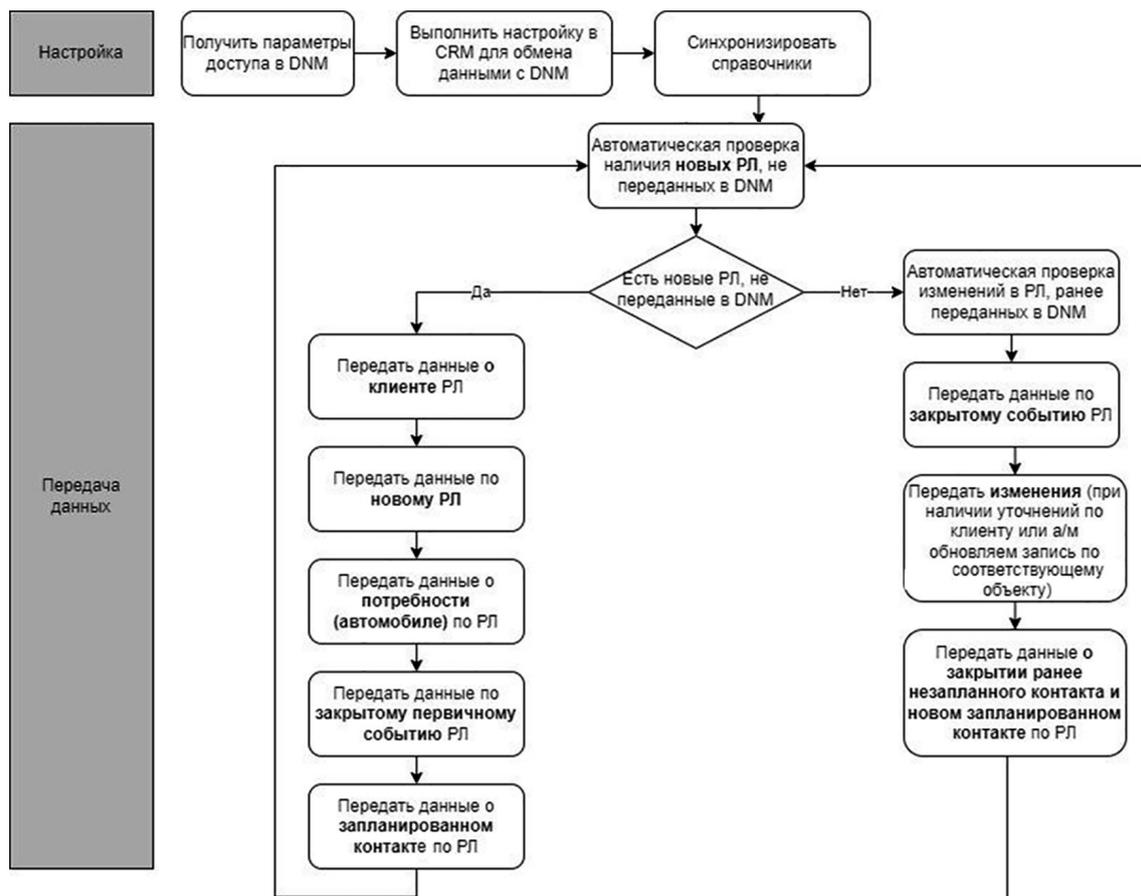


Рис. 3. Алгоритм подключения и передачи данных в DNM по рабочим листам
Источник: требования к формату обмена данными

В целях упрощения процесса интеграции с учетными системами дилеров, ООО «ИНФОТЕК» разработало для DNM собственный программный интерфейс API (Application Programming Interface), содержащий набор прописанных методов, по которым будет происходить обращение из учетной системы дилера на сервер DNM. Подключение к DNM происходит по протоколу HTTPS. В отличие от протокола HTTP, при подключении требуется авторизация. Схема обмена данными 1С: Альфа Авто и сервером DNM-системы представлена на рис. 2.

Для авторизации в DNM используется Bearer-токен. Из учетной системы дилера отправляется запрос на получение данных или создание новой записи в DNM. Вместе с этим запросом отправляется уникальный Bearer-токен, предоставленный АО «АвтоВАЗ». Поскольку в разработке использовался API, в запросах прописаны методы, описанные в документации к API, чтобы система понимала, какие данные запрашиваются. В ответ сервер DNM отправляет в учетную систему дилеру запрашиваемые данные или же данные о созданной записи.

Перед реализацией функциональных требований был использован алгоритм, согласно которому интеграционный модуль должен будет работать и реализовать передачу данных рабочих листов в DNM-систему (рис. 3).

Для реализации проекта интеграции потребовалась доработка типовой отраслевой конфигурации «1С: Альфа-Авто», а именно – добавление новых справочников и новых реквизитов для существующих. Добавленные справочники должны отражать содержание справочников в DNM-системе. Полный список добавленных справочников представлен в табл. 2.

Для взаимодействия с модулем интеграции была создана обработка «Интеграция с DNM (обмен)», для хранения настроек подключения к DNM создан отдельный справочник «DNM Настройки». На управляемую форму обработки добавлены две страницы: для загрузки справочников из DNM и для выгрузки рабочих листов в DNM. Также на форму была добавлена возможность выбора настроек подключения к DNM (рис. 4).

Таблица 2

Список добавленных в типовую конфигурацию справочников

Наименование справочника	Описание справочника
DNM Алиасы Моделей_Model_alias	Справочник алиасов моделей. Содержит развернутую информацию о модели авто
DNM Бренды_Brand	Справочник брендов автомобилей. Содержит наименование бренда, его код в DNM-системе, по которому будет происходить его передача
DNM Модельные Годы_Model_year	Справочник модельных годов. Содержит год выпуска модели и код этого года в DNM-системе
DNM Должности Сотрудников_Position	Справочник должностей сотрудников. Содержит название должности и ее код в DNM-системе, по которому будет происходить ее передача
DNM Список Сотрудников_Manager	Справочник сотрудников. Содержит ФИО сотрудника и его код в DNM-системе, по которому будет происходить его передача
DNM Источники Обращения_Source	Справочник источников обращения. Содержит наименование источника обращения и его код в DNM-системе
DNM Причины Отказа_Result	Справочник причин отказа. Содержит наименование причины отказа и ее код в DNM-системе
DNM Типы Событий_Event_type	Справочник типов событий

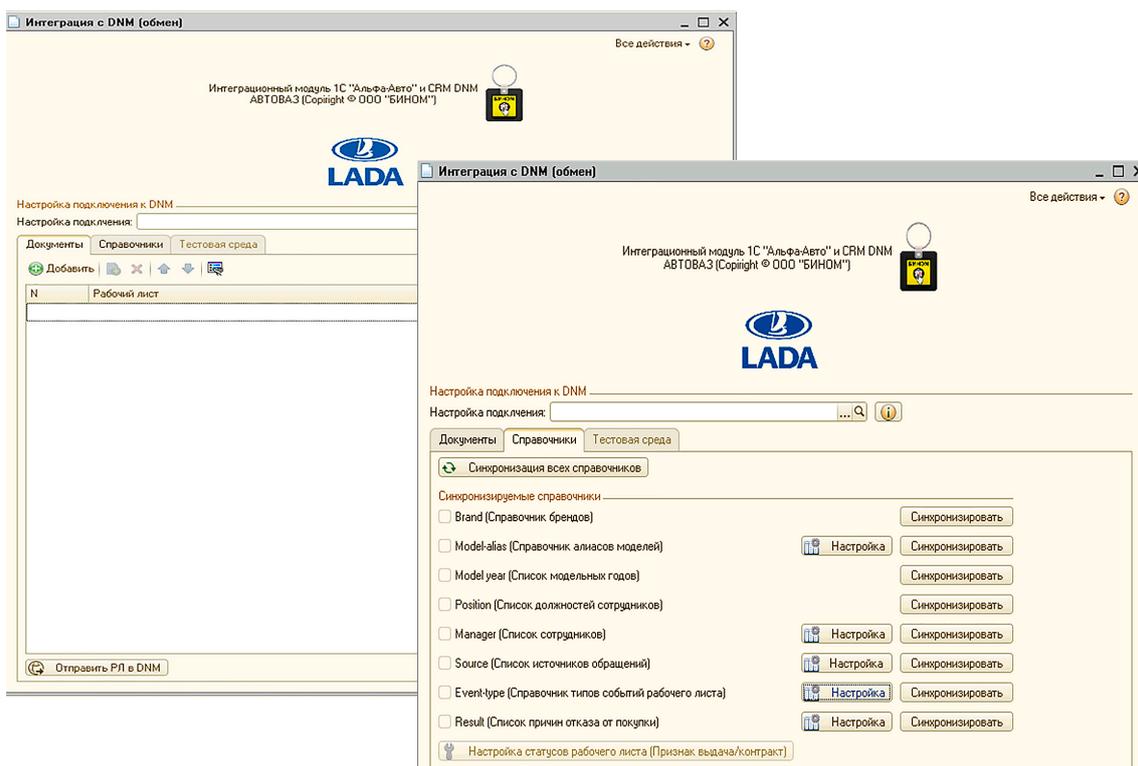


Рис. 4. Интерфейс формы обработки «Интеграция с DNM (обмен)»

В верхней части формы располагается название интеграционного модуля, а также логотипы разработчика и бренда, с которым будет работать данный модуль. Разработка не предусматривает выгрузки рабочих листов без участия человека, поэтому весь

функционал реализован с помощью кнопок, добавленных на форму обработки. Общая иерархическая структура интеграционного модуля, включая добавленные и доработанные справочники, а также ключевые процедуры, представлена на рис. 5.

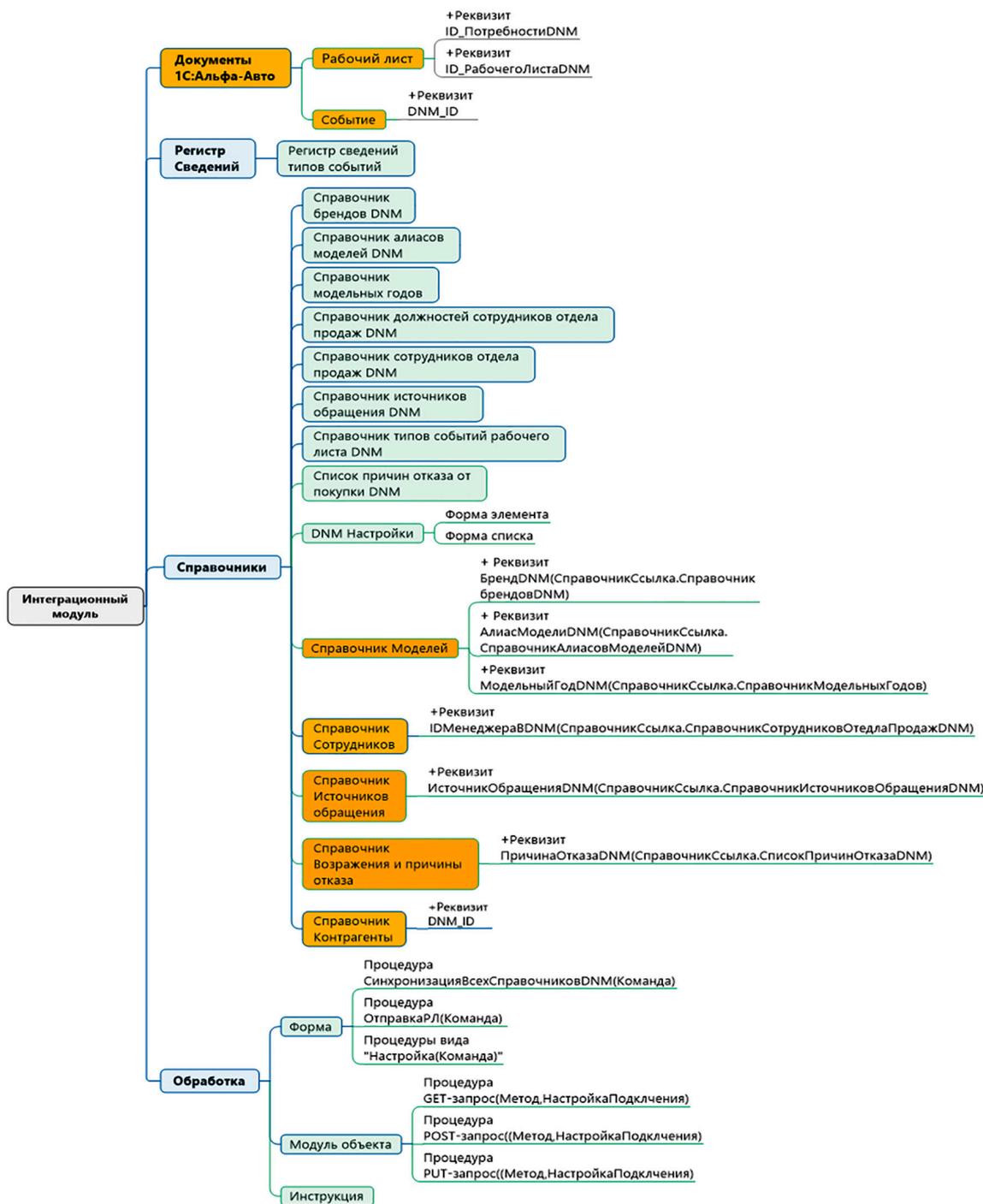


Рис. 5. Иерархическая структура интеграционного модуля
 Источник: составлено авторами

На форме обработки (вкладка Справочники) располагаются кнопки выгрузки справочников (рис. 6).

При нажатии кнопки «Синхронизировать» процедура «СинхронизацияСправочникаНаСервере()» передает в модуль формы метод, который определяет, какой именно справочник будет загружаться. Да-

лее вызывается процедура GET_Запрос() модуля объекта. В нее отправляется метод, токен и адрес сервера из справочника «Настройки подключения». Подключение к DNM-системе происходит по протоколу HTTPs, все строки передаются в кодировке utf-8. Полезные данные передаются в формате JSON с указанием типа в заголовке.

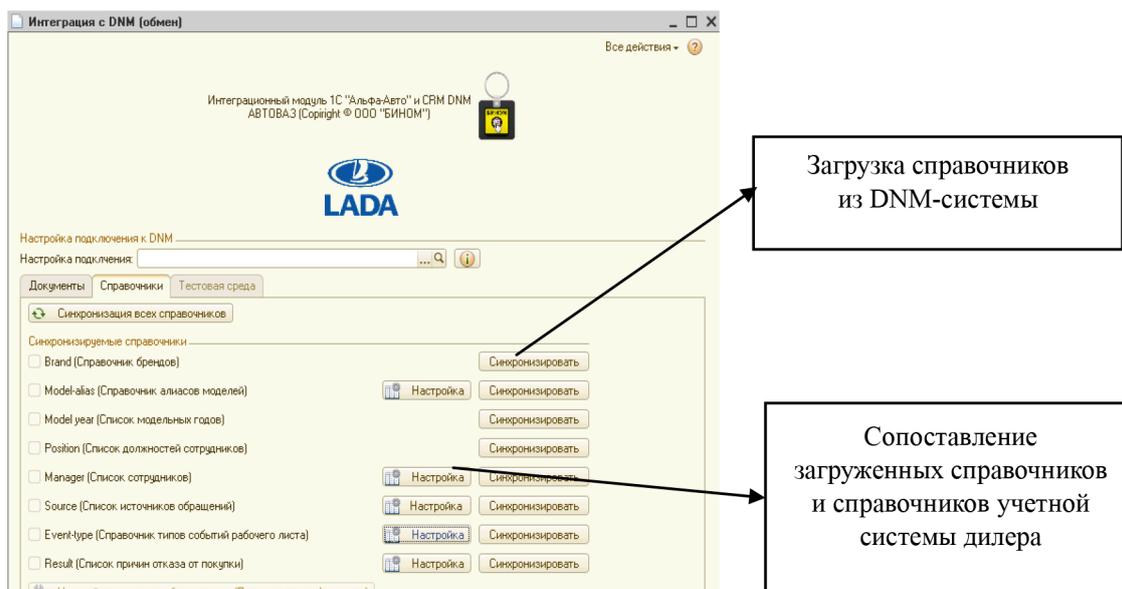


Рис. 6. Страница синхронизации справочников
Источник: составлено авторами

Для GET-запроса требуется только заполнение заголовка:

```
GET /api/model HTTP/1.1
Host: vaz.autocrm.ru
Connection: keep-alive
Accept: application/json
Authorization: Bearer YwRtaW5fbWYya2V0Q
HVhei5ydTrp0ZXN0
```

Первая строка запроса содержит протокол подключения и принимает метод в зависимости от загружаемого справочника. Параметры Host и Authorization заполняются токеном и адресом из настроек. Авторизация при подключении осуществляется посредством Bearer-токена, полученного от разработчика DNM-системы. Результатом GET-запроса является объект типа СтрокаJSON в которую записывается полученный ответ сервера:

```
[{
  "id": 404,
  "name": "LX",
  "brand_id": 2082,
  "model_id": 21116,
  "generation_id": 14192,
  "generation_name": "1 поколение",
  "serie_id": 57095,
  "status": 0,
  "classification": 7,
  "is_new": 0
}]
```

Чтобы полученный ответ можно было записать в справочники, СтрокуJSON необходимо преобразовать в объект с ти-

пом Соответствие и вызвать процедуру «СозданиеНовогоЭлементаСправочника()»:

```
НовыйЭлементСправочника = СсылкаНаСправочник(Метод).СоздатьЭлемент();
НовыйЭлементСправочника.Наименование = «ID: « + НовыйЭлементСправочника.DNM_ID + « / Name: « + НовыйЭлементСправочника.DNM_Name;
НовыйЭлементСправочника.Записать()
```

Если ответ от DNM пришел с ошибкой, то по уникальному коду ошибки пользователю высвечивается соответствующее сообщение и оформляется запись (лог) в текстовом документе, хранящем историю ошибок.

При работе с рабочими листами сотрудники будут использовать только справочники «Альфа-Авто», а выгрузка в DNM требует, чтобы выгружаемые данные соответствовали данным справочников DNM. Сопоставление загруженных справочников и справочников учетной системы дилера происходит по нажатию кнопки «Настройка». Она доступна лишь для части справочников, поскольку не все загружаемые справочники повторяют уже существующие в системе. При нажатии кнопки открывается форма списка справочника учетной системы дилера, пользователь вручную выбирает элементы для сопоставления. Ручной способ для настройки соответствия был выбран потому, что наименования элементов могут различаться в учетной системе дилера и DNM.

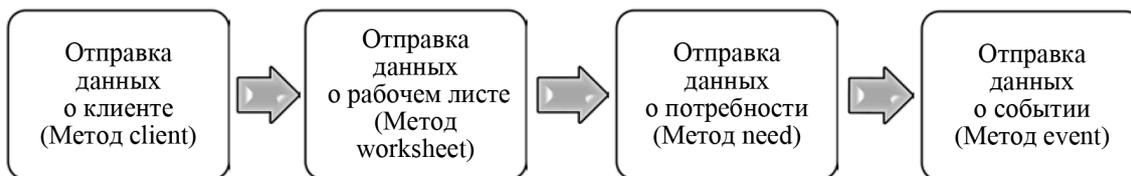


Рис. 7. Этапы отправки данных по рабочему листу

После выгрузки и сопоставления всех справочников можно переходить к выгрузке рабочих листов в DNM-систему. Данные по рабочим листам передаются из учетной системы дилера («IC: Альфа Авто») в двух случаях: если создан новый рабочий лист или же в ранее переданном рабочем листе произошли изменения.

Полнота передаваемых данных и перечень обязательных параметров при передаче рабочих листов определены техническим заданием от компании, причем список обязательных параметров меняется в зависимости от события (контракт, выдача, отказ и др.). На странице Документы формы обработки располагается поле списка. Добавление рабочих листов в него возможно с помощью кнопки «Добавить», а также кнопки «Подбор». При нажатии кнопки «Отправить РЛ в DNM» ссылки на выбранные документы отправляются в модуль объекта обработки. Отправка информации по рабочему листу происходит поэтапно, в соответствии с четырьмя методами полной выгрузки данных (рис. 7).

Методы последовательно передаются в процедуру «POST-Запрос», который, наряду с заголовком, содержит тело запроса. Заголовок заполняется идентично GET-запросу, но добавляется параметр Content-Type, в котором описан формат передаваемых данных. Передача осуществляется в формате JSON в кодировке utf-8:

```

POST /api/model HTTP/1.1
Host: vaz.autocrm.ru
Connection: keep-alive
Accept: application/json
Authorization: Bearer
YWRtaW5fbWYya2V0QHVhei5ydTp0ZXN0
Content-Type: application/json;
charset=UTF-8
  
```

Тело запроса заполняется в соответствии с методом, например заполнение тела запроса метода Client осуществляется следующим образом:

```

{
  "name": "Сергей",
  "middle_name": "Сергеевич",
  "last_name": "Семенов",
  
```

```

    "phones": [{
      "number": "79061234567",
      "type": 1
    }],
    "email": "ssemenov@mail.ru",
    "address": "Россия",
    "sex": 1,
    "code": "client74388",
    "client_confirm_communication": 1,
    "may_process_personal_data": 1,
    "birthday": "12.09.1978"
  }
  
```

Данные документа «Рабочий Лист» записываются в объект типа Соответствие, который преобразуется в объект типа СтрокаJSON, при этом происходит замена значений реквизитов рабочего листа значениями из загруженных и сопоставленных справочников. Далее происходит отправка запроса на сервер и получение ответа:

```

{
  «call»: «Звонок»,
  «visit»: «Визит»,
  «internet»: «Интернет обращение»,
  «cold-call»: «Холодный звонок»,
  «test-drive»: «Тест драйв»,
  «offer»: «Коммерческое предложение»,
  «contract»: «Контракт»,
  «issue»: «Выдача»,
  «comment»: «Комментарий»,
  «reject»: «Отказ»
}
  
```

Ответ хранит в себе код состояния, а также полную информацию о созданной записи (все реквизиты). Полученный ответ читается с помощью функции «ДокументЧтениеJSON()», после чего реквизиты ID записываются в документ «Рабочий лист» в специально созданные отдельно для каждого отправленного метода реквизиты DNM_ID. Для метода Event запись происходит при помощи процедуры «ПолучитьИЗаписатьDNM_ID()» в реквизит «DNM_ID» в документе «Событие», так как по одному рабочему листу может быть несколько событий. Наличие заполненного реквизита DNM_ID сигнализирует о том, что отправка данных рабочего листа уже происходила ранее и создание новой записи

не требуется. В этом случае используется процедура «PUT-запрос». PUT-запрос имеет незначительные отличия от POST-запроса:

```
PUT /api/client/31543 HTTP/1.1
Host: vaz.autocrm.ru
Connection: keep-alive
Accept: application/json
Authorization: Bearer YWRtaW5fbWYya2V
0QHVhei5ydTr0ZXN0
Content-Type: application/json;
charset=UTF-8
```

В заголовке в дополнение к методу указывается ID объекта (из реквизита DNM_ID), который нужно обновить. Тело запроса полностью идентично POST-запросу. Получаемый ответ читается, и происходит запись реквизитов DNM_ID. При получении от сервера ответа с ошибкой пользователю выдается сообщение об ошибке, происходит ее запись в лог. Возможна отправка сразу нескольких рабочих листов. В этом случае в соответствии с алгоритмом цикл запросов повторяется для каждого документа.

После доработки учетной системы и успешного подключения к DNM-системе был организован этап тестирования. Тестирование проводилось совместно с разработчиком DNM от лица сотрудника дилерского центра, при каждой успешной выгрузке ее результат сопоставлялся с ожидаемым. Для проверки корректности настройки интеграционного взаимодействия IC: Альфа Авто с DNM-системой АВТОВАЗ были использованы представленные разработчиком тестовые сценарии, моделирующие различные варианты создания объектов в DNM-системе и поэтапное заполнение реквизитов Рабочих листов в зависимости от следующих параметров, характеризующих предпродажное взаимодействие дилера с клиентом:

- тип обратившегося в дилерский центр клиента (физическое или юридическое лицо);
- способ обращения клиента в дилерский центр (визит, звонок, обращение через сайт);
- возможный отказ от покупки после первого обращения к дилеру;
- варианты действий дилерского центра в зависимости от поведения клиентов после пройденного тест-драйва (подготовка коммерческого предложения, заключение контракта, дальнейшее взаимодействие с клиентом в целях продолжения консультационной поддержки, аллокация (бронь) VIN за клиентом);
- потенциально возможное приобретение клиентом нескольких транспортных средств.

Каждый из этих предполагаемых кейс-сценариев должен был обеспечить корректное добавление объектов в DNM-системе и заполнение атрибутов Рабочих листов, соответствующих специфике процесса взаимодействия с обратившимся в дилерский центр клиентом. По результатам анализа различных возможных вариантов предпродажного общения с клиентом были реализованы восемь различных тестовых кейс-сценариев:

1. Клиент обращается в дилерский центр с очным визитом, но после посещения отказывается от приобретения транспортного средства. В этом случае передача данных осуществляется в следующей последовательности: Создание в DNM-системе клиента-дилера → Создание Рабочего листа → Добавление потребности с указанием ID-потребности в ДМС Дилера → Создание в Рабочем листе DNM-системы события Визит с атрибутами из ДМС Дилера → Создание в Рабочем листе DNM-системы события Отказ с указанием даты события из ДМС Дилера и причины отказа от сделки.

2. Клиент обращается в дилерский центр и оставляет заявку на автомобиль посредством телефонного звонка, но после посещения отказывается от покупки транспортного средства. В этом случае в последовательность этапов первого сценария добавляется потребность в заполнении атрибутов рабочего листа, соответствующих событию.

3. Заявка на автомобиль поступает от клиента посредством заполнения формы на сайте. Сценарий предполагает визит клиента в дилерский центр, прохождение тест-драйва и формулирование для него коммерческого предложения. Каждый из этих шагов соответствует определенному событию (Интернет, Визит, Тест-драйв, Коммерческое предложение) в Рабочем листе DNM-системы, сопровождающемуся заполнением требуемых атрибутов. Сценарий завершается отказом от покупки автомобиля и формированием события Отказ в Рабочем листе.

4. После визита в дилерский центр и прохождения тест-драйва продавец-консультант продолжает предпродажное обслуживание и созванивается с клиентом по запланированному событию, но сценарий завершается отказом по Рабочему листу.

5. Сценарий дополняет предыдущий этап заключения контракта с клиентом, который соответствует обновлению атрибутов в карточке клиента дилера в DNM-системе и созданию события Контракт в Рабочем листе.

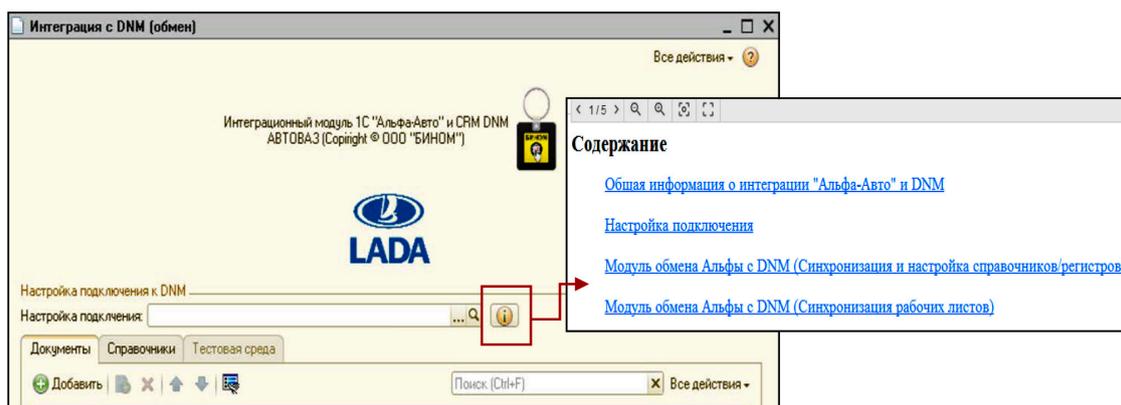


Рис. 8. Переход к основной инструкции пользователя на форме модуля

6. Посещение дилерского центра и тест-драйв происходят после оформления заявки на автомобиль по телефону. Клиент получает коммерческое предложение, с ним заключается контракт. Результатом сценария является выдача автомобиля с фиксацией данного факта посредством создания события Выдача в Рабочем листе DNM-системы.

7. Сценарий предполагает бронирование, заключение контракта и выдачу клиенту двух транспортных средств (VIN 1 и VIN 2) с заполнением расширенного перечня атрибутов по каждому событию Рабочего листа.

8. Данный сценарий предполагает предпродажное обслуживание клиента – юридического лица с последующей выдачей ему транспортного средства. В этой связи состав атрибутов клиента дилера расширяется и дополняется названием компании, формой собственности, контрактной информацией и указанием согласия на обработку персональных данных.

После получения подтверждения об успешной выгрузке тестовых рабочих листов по каждому из рассмотренных сценариев интеграционный модуль был перенесен в рабочую конфигурацию («1С: Альфа-Авто») дилера.

Следующим этапом разработки было обучение пользователей. С этой целью в рамках настоящего исследования разработана инструкция по использованию интеграционного модуля, доступ к которой добавлен на основную форму обработки через кнопку «Помощь». По нажатию открывается форма инструкции в виде поля HTML-документа, при открытии оно заполняется макетом с текстом инструкции (рис. 8).

Таким образом, в учетную систему «1С: Альфа-Авто» был добавлен интеграционный модуль, который позволил подключить ее к DNM-системе АВТОВАЗ и настроить синхронизацию их справочников и выгрузку

ку рабочих листов из учетной системы дилера в DNM.

Заключение

Разработанный интеграционный модуль позволит полностью автоматизировать процесс оперативного получения автопроизводителем информации по каждой отдельной сделке дилерского центра, что предотвратит возможность ввода дилером заведомо ложных данных и представления искаженной информации по продажам и предпродажному взаимодействию с клиентами. В результате АО «АвтоВАЗ» будет оперативно получать полную детализацию данных и хронологию событий по каждой сделке дилерского центра в разрезе потребностей клиентов, причин отказов, менеджеров и т.д. Используемый подход к настройке интеграционного взаимодействия системы «1С: Альфа-Авто» с модулем продаж DNM-системы может быть распространен на последующую настройку обмена данными учетной системы с другими модулями DNM-системы, а также транслирован на другие типовые отраслевые конфигурации на базе платформы «1С: Предприятие» при настройке их интеграции с системами управления дилерскими сетями автопроизводителей.

Список литературы

1. Пасько А.В. Тренды цифровой трансформации мирового автомобилестроения // Российский внешнеэкономический вестник. 2021. № 3. С. 18–26. DOI: 10.24412/2072-8042-2021-3-18-26.
2. Буткина А.А., Магичева К.С. Разработка программного модуля для интеграции автоматизированной информационной системы «Электронный социальный регистр населения» с порталом «Госуслуги» // Современные наукоемкие технологии. 2023. № 7. С. 15–21. DOI: 10.17513/snt.39688.
3. Козлова А.В., Попцов П.В. Формирование критериев выбора наиболее подходящего способа интеграции информационных систем предприятия // Вестник МГТУ

- «Станкин». 2024. № 2 (69). С. 141–149. URL: https://stankin.ru/upload/files/file_6667083174d8c.pdf4 (дата обращения: 25.11.2024).
4. Ефимов Н.В. Анализ состояния дилерских сетей в России // Экономика и предпринимательство. 2023. № 6 (155). С. 760–766. DOI: 10.34925/EIP.2023.155.6.137.
5. Нежникова Е.В., Камбердиев Б.А. Российская автомобильная промышленность на современном этапе: реалии и перспективы // Экономика и предпринимательство. 2021. № 11 (136). С. 137–141. DOI: 10.34925/EIP.2021.11.136.029.
6. Кумачев А.С. Особенности оценки эффективности экономической деятельности на предприятиях и в отраслях промышленности (на примере АвтоВАЗ) // Вестник евразийской науки. 2023. Т. 15, № s2. URL: <https://esj.today/PDF/12FAVN223.pdf> (дата обращения: 25.11.2024).
7. Шияев В.А. Риски инновационной деятельности промышленных предприятий в условиях повышения неопределенности факторов внешней среды (на примере АО «АВТОВАЗ») // Горизонты экономики. 2023. № 4 (77). С. 105–112.
8. Арманавичус Я.Ю., Верещагина М.С., Глушкова Е.А., Шалимова А.А. Анализ дилерской деятельности в России // Финансовый бизнес. 2021. № 5 (215). С. 7–10. URL: <https://fin-biz.ru/gallery/журнал%20Финансовый%20бизнес%202021-5.pdf> (дата обращения: 25.11.2024).
9. Имаев Р.Р., Афанасьев Д.М., Шакиров А.Р., Гареева Г.А. Разработка интеграции обмена данных между MySQL и 1С // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 4. С. 84–87. URL: <https://ntvprt.ru/ru/archive-vypuskov> (дата обращения: 25.11.2024).
10. Жук Т.В. Технологические решения для эффективной интеграции внешних приложений в 1С // Тенденции развития науки и образования. 2024. № 106–9. С. 34–36. DOI: 10.18411/trnio-02-2024-485.
11. Савина А.Г., Малявкина Л.И. Развитие функциональности механизмов технологической платформы 1С: Предприятие для расширения возможностей адаптации типовых конфигураций // Образование и наука без границ: фундаментальные и прикладные исследования. 2023. № 18. С. 79–87. DOI: 10.36683/2500-249X/2023-18/79-87.
12. Никонова Е.З., Забудская М.П. 1С: Предприятие как предметно-ориентированная среда разработки информационных систем // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2021. № 5–2. С. 77–81. DOI: 10.37882/2223-2966.2021.05-2.20.

УДК 621.81:004
DOI 10.17513/snt.40278

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРОФИЛЬНО-СОПРЯЖЕННОЙ ЧЕРВЯЧНОЙ ПАРЫ

Суханова О.А., Трифанов И.В., Спирина Д.А., Соболев К.В., Никитина Л.Н.

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М.Ф. Решетнева», Красноярск, e-mail: olkasukhanova@mail.ru

Целями исследования в статье являются разработка методов изготовления радиусно-сопряженной глобоидно-цилиндрической пары привода с нелинейчатый червяком, профиль витка которого очерчен по вогнутой эвольвенте, а зубьев сопряженного колеса – по выпуклой эвольвенте, а также обоснование технологической схемы их изготовления и выходных параметров процесса ротационного точения винтовой поверхности глобоидного червяка. В разделе «Материалы и методы исследования» проведен анализ технологий нарезания глобоидных винтовых поверхностей, предложена технологическая схема изготовления профильно-сопряженной червячной пары путем нарезания черновых витков на стальном корпусе червяка ротационным точением, а затем – последующего чистового нарезания витков червяка методом обкатки с профилированием по методу копирования дисковым многолезвийным инструментом с эвольвентным профилем режущих элементов. Приведены расчеты оборотов многолезвийного инструмента, контактных напряжений, на основании проведенных исследований разработана технологическая схема изготовления профильно-сопряженной червячной передачи. Установлена эмпирическая зависимость шероховатости винтовой поверхности глобоидного червяка с вогнутым профилем от технологических режимов. Измерения температуры проводили при помощи тепловизора модели HotFindDTX. Определение погрешности винтовой поверхности по шаговому размеру и профилю производили при помощи координатно-измерительной машины RommerArmc. Предложены материалы, которые будут использоваться для изготовления червячной пары, а также в качестве антифрикционного покрытия вместо традиционно жидкой смазки, – слоистые твердосмазочные материалы.

Ключевые слова: сопряженная червячная пара, технологическая схема, ротационное точение, многолезвийный инструмент, радиус приведенной кривизны

IMPROVEMENT OF THE MANUFACTURING TECHNOLOGY OF A PROFILE-COUPLED WORM PAIR

Sukhanova O.A., Trifanov I.V., Spirina D.A., Sobol' K.V., Nikitina L.N.

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology,
Krasnoyarsk, e-mail: olkasukhanova@mail.ru

The purpose of the research in the article is to develop methods for manufacturing a radius-conjugated globoid-cylindrical pair of a drive with a non-linear worm, the profile of which is outlined by a concave involute, and the teeth of the conjugated wheel by a convex involute, as well as substantiating the technological scheme for their manufacture and the output parameters of the rotary turning process of the screw surface of a globoid worm. In the section «Materials and research methods», an analysis of technologies for cutting globoid screw surfaces is carried out, a technological scheme for manufacturing a profile-conjugated worm pair is proposed by cutting rough turns on a steel worm body by rotary turning, and then subsequent finishing of the worm turns is carried out by the run-in method with profiling using the copying method with a disk multi-blade tool with an involute profile of cutting elements. Calculations of the revolutions of a multi-blade tool and contact stresses are given, and based on the research carried out, a technological scheme for manufacturing a profile-coupled worm gear has been developed. The empirical dependence of the roughness of the helical surface of a globoid worm with a concave profile on the technological modes has been established. The temperature measurements were carried out using a thermal imager model HotFindDTX. The error of the screw surface was determined by the pitch dimensions and profile using a RommerArmc coordinate measuring machine. Materials that will be used for the manufacture of a worm pair are proposed, as well as layered solid lubricants as an antifricition coating instead of the traditional liquid lubricant.

Keywords: conjugate worm pair, technological scheme, rotary turning, multi-blade tool, radius of reduced curvature

Введение

Повышение эксплуатационных параметров глобоидных червячных приводов, а также комбинированных приводов, созданных на их основе, требует совершенствования технологии, позволяющей изготовить профильно-сопряженные червячные пары. Известны преимущества червячных передач, такие как возможность осуществлять передачу одноступенчато с большим передаточным числом $i=500$ и более в кинематических приводах. Силовые механизмы могут иметь $i=8..180$ [1, с. 164–165]. Получение точных и малых перемещений, плавность и бесшумность хода, большая кинематическая точность, самоторможение приводов, а также компактность и сравнительно небольшая масса конструкции, демпфирующие свойства по снижению уровня вибрации машин обуславливают предпочтение при использовании червячных передач в различных специальных механизмах [2].

матических приводах. Силовые механизмы могут иметь $i=8..180$ [1, с. 164–165]. Получение точных и малых перемещений, плавность и бесшумность хода, большая кинематическая точность, самоторможение приводов, а также компактность и сравнительно небольшая масса конструкции, демпфирующие свойства по снижению уровня вибрации машин обуславливают предпочтение при использовании червячных передач в различных специальных механизмах [2].

Однако высокие контактные напряжения и трения в зацеплении [3, с. 13–14] из-за малого пятна контакта линейчатого червяка и зубьев колеса, а также полусухое или сухое трение из-за недостаточно хорошей смазки вызывают износ сопряженных деталей, сильный нагрев передачи при длительной работе из-за потери мощности на трение и выделение тепла, которое необходимо отводить. Все эти факторы являются существенными недостатками червячных передач, ограничивающими их мощность в пределах не более 50 кВт.

Существующие технологии изготовления линейчатого червяка резанием или накатыванием не позволяют обеспечить большое пятно контакта взаимодействующих поверхностей [4, 5]. Такие технологии дают возможность при сопряжении червячной пары обеспечить линейчатый контакт, при котором могут возникать большие контактные напряжения, а также может нарушаться механизм жидкостного трения при скольжении витков червяка по зубу колеса [6]. За счет этого увеличивается износ, происходит заедание, снижается КПД, например в самотормозящих передачах – до 0,5, а также выделяется тепло, которое необходимо постоянно отводить.

Требуется проведение научно-технологических исследований по разработке рациональных методов изготовления профильно-сопряженной червячной пары с нелинейчатым червяком, профиль витков которого очерчен по вогнутой эвольвенте, способной снизить контактные и тепловые деформации [7]. При этом в качестве формообразующего звена выбирается сопряженное прямозубое цилиндрическое колесо вместо червячного [8, с. 162–165; 9].

Целями исследования в статье являются разработка методов изготовления радиусно-сопряженной глобоидно-цилиндрической пары привода с нелинейчатым червяком, профиль витка которого очерчен по вогнутой эвольвенте, а зубьев сопряженного колеса – по выпуклой эвольвенте, а также обоснование технологической схемы их изготовления и выходных параметров процесса ротационного течения винтовой поверхности глобоидного червяка.

Материалы и методы исследования

В работе проведен анализ сложности технологий нарезания глобоидных винтовых поверхностей с выпукло-вогнутым профилем [3] (нелинейчатым) сопряженной пары червяка и колеса, который показал необходимость совершенствования технологии изготовления профильно-сопряженных глобоидно-цилиндрических передач. Рас-

смотрены конструкторско-технологические решения. Разработана технологическая схема изготовления профильно-сопряженной червячной пары: витков нелинейчатого червяка ротационным точением, принудительно вращаемым многолезвийным инструментом, а сопряженного с ним прямозубого цилиндрического колеса – модернизированной цилиндрической червячной фрезой. Проведены экспериментальные исследования зависимости шероховатости глобоидной винтовой поверхности червяка вогнутого от величины переднего угла режущего инструмента [7], а также режимов обработки. Разработаны рекомендации по снижению трудоемкости изготовления профильно-сопряженной червячной пары, а также предложен метод снижения трения в зацеплении за счет применения антифрикционного твердосмазочного покрытия и жидкой смазки.

Результаты исследования и их обсуждение

Предложено глобоидно-цилиндрическую передачу с нелинейчатым червяком изготавливать путем нарезания черновых витков на стальном корпусе червяка ротационным точением, принудительно вращаемым многолезвийным инструментом [10]. После нарезания на черновые витки предлагается наносить антифрикционный материал методом наплавки, а затем проводить последующее чистовое нарезание витков червяка методом обкатки с профилированием по методу копирования дисковым многолезвийным инструментом с эвольвентным профилем режущих элементов [6].

Число оборотов многолезвийного инструмента определялось по формуле:

$$h_2 = h_1 \cdot \frac{K}{Z}, \quad (1)$$

где K – число заходов червяка, z – число режущих элементов многолезвийного инструмента. Число оборотов червяка h_1 определяется по формуле:

$$h_1 = \frac{1000V}{\pi \cdot D}, \quad (2)$$

где V – скорость резания, D – наружный диаметр заготовки червяка.

Нарезание таким способом витков глобоидного червяка и зубьев цилиндрического колеса цилиндрической фрезой позволяет образовать сопряженную червячную пару по радиусу с большей площадью контакта, чем червячная передача с линейчатым червяком.

Контактные напряжения δ_n , рассчитанные с учетом коэффициента K_1 , учитывающего условия эксплуатации, могут быть снижены в зацеплении согласно уточненной формуле Герца [11, с. 251]:

$$\delta_n = \sqrt{\frac{1}{\pi \left(\frac{1-\nu_1^2}{E_1} \right) + \left(\frac{1-\nu_2^2}{E_2} \right)} \cdot \frac{W}{\rho_{np}}} \cdot K_1, \quad (3)$$

где $W = F_1 / b_m$ – нормальная нагрузка на единицу длины контактной линии, F_r – сила нормальная к площади контакта, b_m – длина контактной линии;

$$\rho_{np} = \frac{\rho_1 \cdot \rho_2}{\rho_1 \pm \rho_2}, \quad (4)$$

где ρ_1 и ρ_2 – радиус кривизны в точках контакта (знак «минус» – для случая контакта выпуклой поверхности радиуса ρ_1 с выгнутой поверхностью радиуса ρ_2);

E_1 и E_2 , ν_1 и ν_2 – соответственно модули упругости и коэффициенты Пуассона материалов звеньев червячной пары; K_1 – коэффициент, учитывающий условия эксплуатации червячного редуктора, $K_1 = 0,5 - 0,8$ и определяется экспериментальным методом.

Из формулы Герца следует, что при увеличении приведенного радиуса кривизны контактные напряжения уменьшаются [11, с. 251].

На основании проведенных теоретических и экспериментальных исследований разработана технологическая схема изготовления профильно-сопряженной червячной пары (рис. 1) с применением ротационного точения витков червяка с вогнутым эвольвентным профилем, а для изготовления зубьев цилиндрического червячного колеса применяется модернизированная цилиндрическая червячная фреза.

Технологическая схема устанавливает изготовление многолезвийного инструмента для ротационного точения витков нелинейчатого червяка на основе сопряженного цилиндрического колеса, взятого в качестве формообразующего звена. Такой подход позволяет повысить точность сборки сопряженной червячной пары. Для нарезания зубьев цилиндрического прямозубого колеса применяется модернизированная фреза, выполненная по технологии гостовской фрезы. При этом затраты на технологическое оснащение процесса изготовления глобоидно-цилиндрической профильно-сопряженной пары с нелинейчатым глобоидным червяком снижаются в 3–5 раз по сравнению с существующей технологией.

Для проведения экспериментов по нарезанию витков нелинейчатого червяка применялся горизонтально зубофрезерный станок модели ЕЗ-66, позволяющий реализовывать предложенный метод обработки.

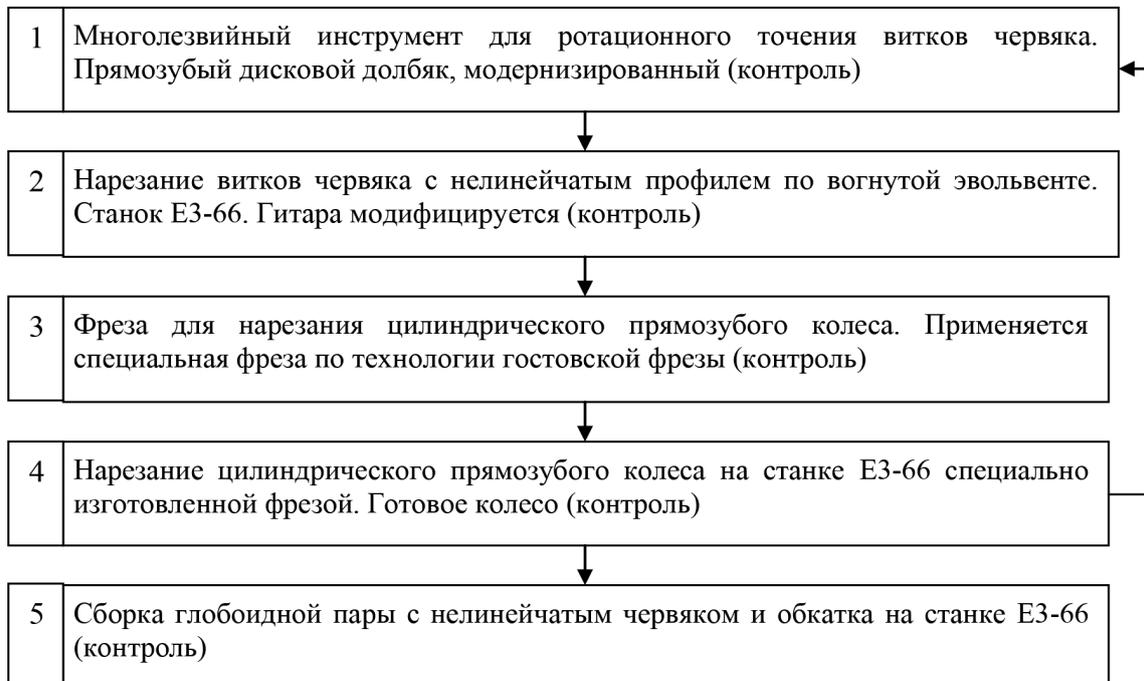


Рис. 1. Технологическая схема для изготовления профильно-сопряженной червячной пары

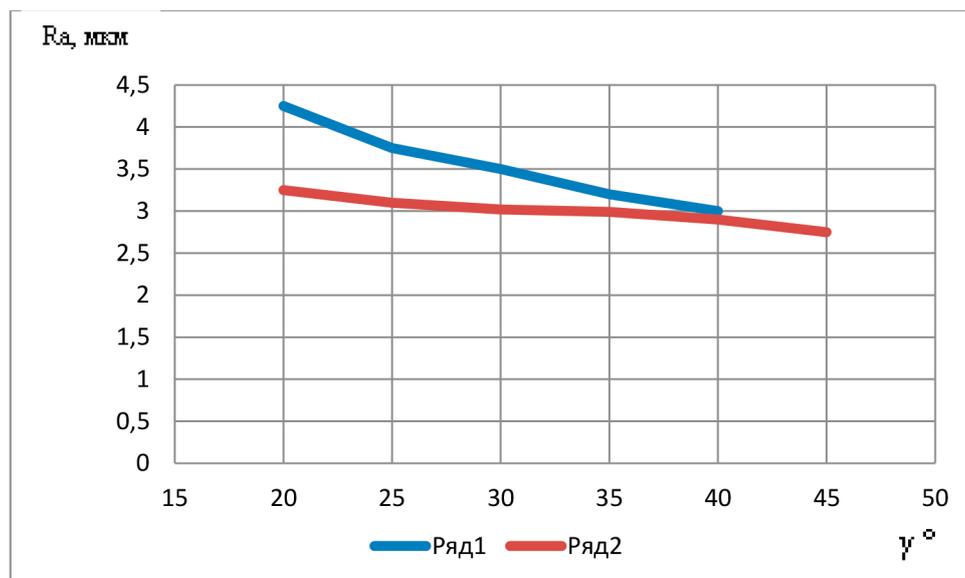


Рис. 2. Зависимость шероховатости глобоидной ВП червяка из стали 40Х вогнутого профиля от величины переднего угла γ режущего инструмента: 1 – при скорости резания $V=26$ м/мин, подачи инструмента $S=2$ мм/об.; 2 – при скорости резания $V=32$ м/мин, подачи инструмента $S=2$ мм/об.

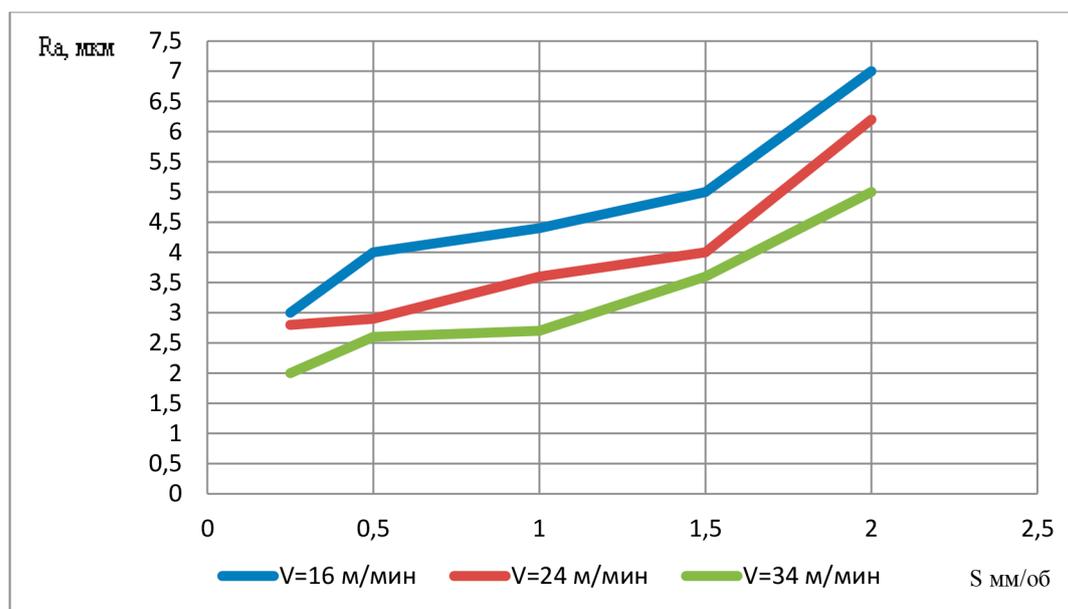


Рис. 3. Зависимость шероховатости поверхности витков червяка, выполненного из стали 40ХН, от скорости резания V и радиальной подачи S

При проведении экспериментов использовался многолезвийный инструмент, изготовленный из быстрорежущей стали Р6М5 для ротационного нарезания витков червяка, с числом режущих элементов $z=20$, модулем $m=5$. Червяк с вогнутым профилем витков изготавливали из сталей 40Х и 40ХН.

На рисунке 2 показаны графики изменения шероховатости обрабатываемой глобоидной винтовой поверхности (ВП) вогнутого профиля червяка, выполненного из стали 40Х, от скорости резания V , радиальной подачи S и переднего угла режущего элемента γ .

На рисунке 3 показано изменение шероховатости поверхности от скорости резания

V и радиальной подачи S при ротационном точении глобоидной винтовой поверхности вогнутого эвольвентного профиля червяка, выполненного из стали 40ХН.

Установлена эмпирическая зависимость шероховатости $Ra=f(\gamma, V, S)$ в пределах $Ra=2,8-6,5$ мкм винтовой поверхности глобоидного червяка с вогнутым профилем от технологических режимов: в интервале скорости резания 16–34 м/мин, величины подачи инструмента $S=0,5-2$ мм/об. инструмента, переднего угла режущего элемента многолезвийного инструмента $\gamma=20^\circ-45^\circ$. Показано, что наиболее рациональными режимами и геометрическими параметрами режущей части, обеспечивающими более низкую шероховатость поверхности глобоидного червяка ротационным точением при черновой обработке, являются скорость резания 26–34 м/мин, радиальная подача 1,5–2 мм/об. при переднем угле режущего элемента $42-45^\circ$. При снижении радиальной подачи S до 0,25–0,5 мм/об. возможно снижение шероховатости обрабатываемой поверхности глобоидного червяка до Ra 2,8 мкм на чистовых режимах.

Определение погрешности винтовой поверхности по шаговым размерам и профилю производили при помощи координатно-измерительной машины (КИМ) RommerArm с погрешностью $\pm 0,016$ мм и объемной погрешностью 0,023 мм. Погрешность обработки витков глобоидного червяка на черновых операциях соответствовала 9–8-й степени точности, а на чистовых операциях – 7-й степени точности. Во время ротационного точения процесс резания осуществляется прерывисто, при этом образуется элементная стружка, что повышает травмобезопасность по сравнению с обработкой червяка непрерывно резцом, когда процесс обработки связан с трением скольжения и при этом образуется сливная стружка. При ротационном точении многолезвийным принудительно вращаемым инструментом наблюдается трение скольжения и трение качения, что позитивно сказывается на температурном режиме в зоне резания и стойкости режущих элементов многолезвийного инструмента.

Температура во время ротационного точения витков глобоидного червяка замерялась бесконтактным способом при помощи тепловизора модели HotFindDTX. На поверхности стружки в зоне резания при ротационном точении температура составляет $47,5-273,5^\circ\text{C}$, режущего лезвия инструмента, изготовленного из быстрорежущей стали P6M5, на выходе из зоны резания – $47,5-265,5^\circ\text{C}$. Температуры оценивались в про-

цессе проведения экспериментов на основании полученных термограмм.

Известно, что изготовление червяка и колеса с радиусным профилем червячной передачи не позволяет улучшить сопротивление заеданию зубьев колеса и витков червяка, а также не обеспечивает низкое трение скольжения и износостойкость, поэтому одну из деталей выполняют из антифрикционного материала, например бронзы.

Такая технология не всегда обеспечивает высокий ресурс на всех режимах работы червячной передачи. В связи с указанными недостатками могут также применяться слоистые твердые смазки для нанесения плазменным методом, способные работать в тяжелых условиях. Предложено применять никель в качестве связующего. Никель имеет коэффициент линейного температурного расширения $13,4 \cdot 10^{-6} 1/^\circ\text{C}$, близкий к коэффициенту линейного расширения стали $12,5 \cdot 10^{-6} 1/^\circ\text{C}$. Никель является связующей металлической матрицей с равномерно распределенным в ней слоистыми частицами: дисульфида молибдена, графита и графеновых нанотрубок. Такие композиционные системы антифрикционных покрытий способны сочетать в себе высокие показатели износостойкости, а также могут сохранять свои механические свойства при низких и высоких температурах – от -140°C до $+400^\circ\text{C}$. Наряду с увеличением пластичности и теплопроводности антифрикционного твердосмазочного покрытия металлическое связующее никель способствует образованию более равномерной микроструктуры, что, в свою очередь, обеспечивает хорошие показатели когезии компонентов, входящих в антифрикционный слой. Плазменное напыление является технологичным способом, позволяющим формировать качественные антифрикционные слои достаточно простым и экономичным методом.

Заключение

Глобоидные червячные передачи превосходят цилиндрические по нагрузочной способности (в 2–3 раза), КПД, надежности и долговечности. Перспективным является применение профильно-сопряженных червячных пар радиусного профиля для повышения эксплуатационных параметров червячных передач. Необходимо отметить благоприятное сочетание вогнутой эвольвентной поверхности витка червяка и выпуклой эвольвентной поверхности зубьев колеса, которые обеспечивают увеличение пятна контакта и лучшую смазку при соприкосновении рабочих поверхностей сопряженной

червячной пары. Это позволяет изготавливать редукторы с высокими эксплуатационными параметрами. Угол подъема витка изменяется по длине глобоидного червяка, принимая максимальное значение в его горловом сечении и минимальное у краев. Такая конфигурация позволяет обеспечить плавность зацепления. В передачах с эвольвентным червяком, по сравнению с другими червяками, улучшен геометрический контакт, повышены контактная прочность, КПД и износостойкость. Однако из-за сложности изготовления профильно-сопряженных червячных пар радиусного профиля глобоидные червячные профильно-сопряженные передачи имеют в настоящее время ограниченное применение. Нелинейчатые винтовые поверхности червяков (вогнутый эвольвентный профиль) и червячных колес (выпуклый эвольвентный профиль) эффективно обрабатываются методом ротационного точения с многолезвийным инструментом, обеспечивающим снижение трудоемкости. При ротационном точении в несколько раз повышается стойкость режущих элементов многолезвийного инструмента за счет снижения трения и тепловой нагрузки, что способствует обеспечению точности и повышению производительности при изготовлении витков глобоидного червяка с вогнутым профилем.

Поддержание локализованного контакта на протяжении всего диапазона передаваемых усилий в силовых глобоидных передачах является необходимым условием для минимизации износа и ускорения процесса приработки.

Производство червячных передач направлено на получение эксплуатационных свойств, соответствующих нормативным документам, с условием локализации пятна контакта в заданной области поверхности зуба и без стадии дополнительной прира-

ботки. Плавность работы передачи зависит от сочетания погрешностей шагов P_g витков червяка и P_k зубьев колеса. При изготовлении глобоидного червяка и зубчатого колеса по разработанной технологии можно увеличить суммарное пятно контакта в 1,4–1,5 раза.

Список литературы

1. Балдин В.А. Детали машин и основы конструирования. Передачи. М.: Юрайт, 2024. 333 с.
2. Radzevich S.P., Storchak M. *Advances in Gear Theory and Gear Cutting Tool Design* // Springer. 2022. 629 p. DOI: 10.1007/978-3-030-92262-7.
3. Сандлер А.И., Лагутин С.А., Верховский А.В. Производство червячных передач / под общ. ред. С.А. Лагутина. М.: Машиностроение, 2008. 271 с.
4. Сандлер А.И., Лагутин С.А., Гудков Е.А. Технология продольной локализации контакта в червячных передачах // СТИН. 2013. № 12. С. 24-31.
5. Шадский Г.В., Феофилова И.И. Конструкторско-технологические особенности червячной передачи с цилиндрическим червяком // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2017. № 8-2. С. 316-322.
6. Малько Л.С., Сутягин А.В., Трифанов И.В., Захарова Н.В., Суханова О.А. Экспериментальная оценка конструкторско-технологических решений при зубообработке сопряженных звеньев глобоидной передачи с исходным цилиндрическим эвольвентным колесом // СТИН. 2020. № 10. С. 16-21.
7. Сутягин А.В., Малько Л.С., Трифанов И.В. Влияние технологических режимов на выходные параметры процесса ротационного точения винтовой поверхности глобоидного червяка // Фундаментальные исследования. 2016. № 2-1. С. 99-103.
8. Dudás I. *The theory and practice of worm gear drives*. // Butterworth-Heinemann. 2005. 320 p.
9. Парфенов В.Э., Хандожко А.В., Киричек А.В. Конструкция черновой червячной фрезы для обработки зубчатого колеса крупного модуля // Вестник Брянского государственного технического университета. 2019. № 7(80). С. 23-29.
10. Суханова О.А., Малько Л.С., Захарова Н.В., Трифанов И.В., Патраев Е.В. Способ изготовления глобоидно-цилиндрической передачи с нелинейчатым червяком // Патент РФ № 2803611. Патентообладатель СибГУ им. М.Ф. Решетнева. 2023. Бюл. №26.
11. Иванов М. Н. Детали машин. М.: Юрайт, 2024. 457 с.

УДК 004:654.924.3
DOI 10.17513/snt.40279

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЗАЩИЩЕННОСТИ ЧЕЛОВЕКО-МАШИННОГО ИНТЕРФЕЙСА ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАБОЧЕГО МЕСТА ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

Тельный А.В., Монахов М.Ю., Николаев А.В., Матвеева Е.А.

ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича
и Николая Григорьевича Столетовых», Владимир, e-mail: andre.izi@mail.ru

Целью исследования является создание методика, с помощью которой можно оценить уровень защищенности информации при ее обработке оператором в человеко-машинном интерфейсе. Данная методика может быть использована для обеспечения управления информационной безопасностью, повышения защищенности объекта от посягательств, снижения уровня ложных срабатываний технических средств интегрированной системы безопасности. Для решения данной задачи применяется система оценок, формируемых группой экспертов по следующим разделам: виды органолептической информации, получаемой оператором (для каждого вида такой информации экспертами оценивается важность обеспечения целостности, конфиденциальности и доступности в зависимости от уровня подсистемы безопасности); перечень факторов, влияющих на защищенность информационных ресурсов для конкретного интерфейса; градации и весовые коэффициенты для факторов, влияющих на защищенность информационных ресурсов для конкретной интегрированной системы безопасности; оценки для распределения значимости факторов, влияющих на защищенность информационных ресурсов по целостности, конфиденциальности и доступности. Защищенность информации человеко-машинного интерфейса предлагается оценивать как евклидово расстояние в пространстве критериев целостности, конфиденциальности и доступности. Данные экспертные оценки были получены и апробированы для оценки различных типов программного обеспечения интегрированных систем безопасности. Предложенная методика может быть использована для: создания системы поддержки принятия решений; оценки качества подготовки и работы конкретных операторов; надежного обеспечения физической защиты конкретного объекта; выбора программных средств интегрированной системы безопасности на объекте защиты.

Ключевые слова: информационная безопасность, интегрированная система безопасности, система контроля и управления доступом, система охранно-тревожной сигнализации, управление информационной безопасностью, система охранного телевидения

ASSESSMENT METHOD OF HUMAN-MACHINE INTERFACE SECURITY FOR AN AUTOMATED WORKPLACE OF AN INTEGRATED SECURITY SYSTEM

Telny A.V., Monakhov M.Yu., Nikolaev A.V., Matveeva E.A.

Vladimir State University named after Alexander Grigorievich and Nikolai Grigorievich Stoletov",
Vladimir, e-mail: andre.izi@mail.ru

The objective of the study is to develop a methodology for assessing the level of information security when processed by an operator in a human-machine interface. This methodology can be used to ensure information security management, increase the object's security against attacks, and reduce the level of false alarms of technical means of an integrated security system. To solve this problem, a system of assessments formed by a group of experts in the following sections is used: types of organoleptic information received by the operator; for each type of such information, experts assess the importance of ensuring integrity, confidentiality, and availability depending on the level of the security subsystem; a list of factors affecting the security of information resources for a specific interface; gradations and weighting coefficients for factors affecting the security of information resources for a specific integrated security system; assessments for distributing the significance of factors affecting the security of information resources by integrity, confidentiality, and availability. It is proposed to assess the security of human-machine interface information as the Euclidean distance in the space of integrity, confidentiality, and availability criteria. These expert assessments were obtained and tested to assess various types of software for integrated security systems. The proposed methodology can be used for: creating a decision support system; assessing the quality of training and work of specific operators; reliability of ensuring physical protection of a specific facility; selecting software for an integrated security system at the facility being protected.

Keywords: information security, integrated security system, information security management, security alarm system, access control and management system, closed-circuit television system

Введение

При обеспечении процесса охраны объекта для обработки информации используются комплексные аппаратно-программные средства на основе интегрированных систем безопасности (ИСБ). Операторы ИСБ,

с одной стороны, являются звеном процесса обработки и управления информационной безопасностью, а с другой – своего рода преобразователями типа представления информации. С помощью анализа восприятий органов чувств оператор получает инфор-

мацию от автоматизированного рабочего места (АРМ) ИСБ и оценивает ее. В основном это информация визуальная (изображения, текст, характер цвета пиктограмм и частота мигания пиктограмм изображения), а также акустическая звуковая, речевая информация. В настоящее время не существует общепринятых методик оценки целостности, доступности и конфиденциальности информации при ее визуальной и акустической обработке человеком-оператором в человеко-машинном интерфейсе АРМ ИСБ. АРМ ИСБ представляет собой программно-аппаратный комплекс, предназначенный для контроля и управления различными системами безопасности (например, системами видеонаблюдения, контроля доступа, пожарной сигнализации и т.д.) с одного центрального места. АРМ обеспечивает функции оперативного контроля, анализа и реагирования на происходящие события в реальном времени.

Цель исследования – на основании методов ситуационного анализа с использованием экспертных оценок специалистов систем охраны и безопасности сформировать методику оценки защищенности человеко-машинного интерфейса в категориях конфиденциальности, целостности и доступности информационных ресурсов, передаваемых человеку-оператору от АРМ ИСБ.

Материалы и методы исследования

Требования к ИСБ, в том числе и к АРМ ИСБ, нормативно регламентированы в [1, 2]. В публикации [3, с. 148–158] дан общий обзор интероперабельности человеко-машинных интерфейсов (ЧМИ). Организации информационной распределенной среды ИСБ посвящена публикация [4]. Семантическая интероперабельность взаимодействия элементов в сетевых системах, в том числе при обеспечении информационной безопасности, анализируется в работах [5-7]. Согласно требованиям по обработке информации операторами АРМ ИСБ, вся информация, полученная или переданная через АРМ, должна быть защищена и обрабатываться в соответствии с требованиями к конфиденциальности, целостности и доступности. Все методики оценки качества восприятия оператором АРМ ИСБ информации можно классифицировать по трем основным типам: эргономические (уровень яркости, контраст изображения, время наблюдения, цветоощущение, шумовой фон и т.д.); психофизиологические (психология оператора, его опыт работы, работоспособность и т.д.); программно-технические (технические средства, информационные технологии и системы обработки информации).

Эргономический подход. Эргономические методики представляют собой совокупность методов и средств, обеспечивающих максимально комфортные условия высокоэффективной и безошибочной деятельности оператора на АРМ в ИСБ. При оценке яркостно-контрастных характеристик изображения следует учесть характеристики естественной и искусственной освещенности [8]. При оценке акустических характеристик также учитываются параметры выбранных средств аудиообработки информации и шумовой фон [9]. Вопросам эргономики АРМ посвящены публикации [10, 11].

Психофизиологический подход подразумевает совокупность методов и решений, основанных на психологии человека, его реакцию на звук, яркость и контраст визуальной информации.

Программно-технический подход представляет собой совокупность требований к техническим и программным средствам, применяемым на АРМ для обработки информации. Современные рабочие места мониторинга систем физической защиты характеризуются высокой степенью автоматизации, специализированными компьютерными интерфейсами, отсутствием внешних органов управления и систем индикации. Вся акустическая и визуальная информация поступает оператору только от персонального компьютера. Пользовательские интерфейсы таких систем определяются требованиями и оцениваются существующими стандартами: ГОСТ Р ИСО 14915–1–2016 «Эргономика мультимедийных пользовательских интерфейсов. Часть 1. Принципы проектирования и структура»; ГОСТ 28195–89 «Оценка качества программных средств. Общие положения». Особое внимание при оценке качества интерфейсов отводится сравнительным характеристикам качества отображаемой информации по отношению к зрительным и слуховым возможностям среднестатистического оператора АРМ ИСБ.

При оценке качества восприятия как визуальной, так и акустической информации оператором на АРМ ИСБ можно использовать и комплексный подход с применением экспертных оценок работы оператора на основе опыта и знаний экспертов. Методы ситуационного анализа (морфологический анализ, метод Дельфи, синектики, двухтурового анкетирования, мозгового штурма и пр.) субъективны, однако для вербальных задач информационной безопасности и субъективного восприятия информации человеком в ЧМИ [5-7] методы экспертных оценок, а также методы нечеткой логики оказываются одними из самых используемых.

В данной работе экспертные оценки были сформированы с использованием в качестве экспертов специалистов управления вневедомственной охраны по Владимирской области. Всего в данной работе были задействованы 16 человек. При обработке экспертных оценок эксперты классифицировались по уровню образования и его профилю, а также стажу работы. Эксперты проводили оценки отдельно друг от друга для обеспечения независимости их мнений.

Результаты исследования и их обсуждение

В данной работе из всех подсистем, которые могут быть задействованы в АРМ ИСБ, рассматриваются только базовые подсистемы, в том числе: охранная сигнализация (ОС); тревожная сигнализация (ТС); система контроля и управления доступом (СКУД); охранное телевидение (СОТ). Прочие подсистемы, которые потенциально могут входить в ИСБ, не рассматриваются. Оценка защищенности информационных ресурсов в АРМ ИСБ производится на основании формальной модели, основанной

на экспертных оценках специалистов в данной предметной области.

Каждый эксперт в группе для каждой подсистемы безопасности формулирует виды органолептической информации, получаемой оператором от АРМ ИСБ (табл. 1); для каждого вида такой информации формирует экспертные оценки важности обеспечения целостности, конфиденциальности и доступности, причем в зависимости от уровня подсистемы безопасности (табл. 1); формулирует перечень факторов, влияющих на защищенность информационных ресурсов для конкретной АРМ ИСБ, по разделам: технические; программные; организационные и субъективные факторы для конкретного оператора (табл. 2); формулирует градации и в соответствии с ними дает оценку весовым коэффициентам для факторов, влияющих на защищенность информационных ресурсов для конкретной АРМ ИСБ (табл. 2); дает оценку распределения значимости факторов, влияющих на защищенность информационных ресурсов в АРМ ИСБ, по целостности, конфиденциальности и доступности.

Таблица 1

Оценка важности восприятия информации оператором ИСБ по показателям целостности, конфиденциальности и доступности

Индекс j	Характер восприятия информации оператором ИСБ (индекс j)	Важность обеспечения целостности (K_1)	Важность обеспечения конфиденциальности (K_2)	Важность обеспечения доступности (K_3)
Подсистема охранная сигнализация (ОС) в зависимости от класса охраняемого объекта (А1; А2; А3; Б1; Б2)				
1	Тревожное извещение о проникновении (цветовое и текстовое изображение) (А1; А2; А3; Б1; Б2)	1/0,98/0,95/ 0,92/0,9	1/0,95/0,9/ 0,85/0,8	1/0,98/0,98/ 0,98/0,98
2	Тревожное извещение о проникновении (звук) (А1; А2; А3; Б1; Б2)	1/0,98/0,95/ 0,92/0,9	1/0,95/0,9/ 0,85/0,8	1/0,98/0,98/ 0,98/0,98
3	Тревожное извещение о неисправности ОТС объекта (цветовое и текстовое изображение) (А1; А2; А3; Б1; Б2)	1/0,95/0,92/ 0,9/0,85	1/0,95/0,9/ 0,85/0,8	1/0,98/0,95/ 0,95/0,95
4	Тревожное извещение о неисправности ОТС объекта (звук) (А1; А2; А3; Б1; Б2)	1/0,95/0,92/ 0,9/0,85	1/0,95/0,9/ 0,85/0,8	1/0,98/0,95/ 0,95/0,95
5	Тревожное извещение об отсутствии связи с объектом (цветовое и текстовое изображение) (А1; А2; А3; Б1; Б2)	1/0,98/0,95/ 0,92/0,9	1/0,95/0,9/ 0,85/0,8	1/0,98/0,98/ 0,98/0,98
6	Тревожное извещение об отсутствии связи с объектом (звук) (А1; А2; А3; Б1; Б2)	1/0,98/0,95/ 0,92/0,9	1/0,95/0,9/ 0,85/0,8	1/0,98/0,98/ 0,98/0,98
7	Тревожное извещение о снятии с охраны под принуждением (цветовое и текстовое изображение) (А1; А2; А3; Б1; Б2)	1/0,98/0,95/ 0,92/0,9	1/0,95/0,9/ 0,85/0,8	1/0,98/0,98/ 0,98/0,98
8	Тревожное извещение о снятии с охраны под принуждением (звук) (А1; А2; А3; Б1; Б2)	1/0,98/0,95/ 0,92/0,9	1/0,95/0,9/ 0,85/0,8	1/0,98/0,98/ 0,98/0,98
9	Служебное извещение с объекта (переход на резервное питание, вскрытие объекта вне графика охраны и пр.) (цветовое и текстовое изображение) (А1; А2; А3; Б1; Б2)	1/0,95/0,9/ 0,85/0,8	1/0,95/0,9/ 0,8/0,7	1/0,98/0,95/ 0,92/0,9

Продолжение табл. 1

Индекс j	Характер восприятия информации оператором ИСБ (индекс j)	Важность обеспечения целостности (K_1)	Важность обеспечения конфиденциальности (K_2)	Важность обеспечения доступности (K_3)
10	Служебное извещение с объекта (переход на резервное питание, вскрытие объекта вне графика охраны и пр.) (звук) (A1; A2; A3; B1; B2)	1/0,95/0,9/ 0,85/0,8	1/0,95/0,9/ 0,8/0,7	1/0,98/0,95/ 0,92/0,9
11	Информация по адресу объекта и его месте расположения (текст, план) (A1; A2; A3; B1; B2)	1/0,95/0,9/ 0,8/0,7	1/0,95/0,9/ 0,85/0,8	1/0,98/0,95/ 0,92/0,9
12	Информация по местам возможного проникновения (текст) (A1; A2; A3; B1; B2)	1/0,95/0,9/ 0,8/0,7	1/0,95/0,9/ 0,8/0,7	1/0,98/0,95/ 0,92/0,9
13	Информация по режиму работы и график охраны (текст) (A1; A2; A3; B1; B2)	1/0,95/0,9/ 0,8/0,7	1/0,95/0,9/ 0,8/0,7	1/0,95/0,9/ 0,9/0,8
14	Информация по адресам собственников (лиц, отвечающих за прием/снятие с охраны) (текст) (A1; A2; A3; B1; B2)	1/0,9/0,85/ 0,75/0,65	1/0,95/0,9/ 0,8/0,7	1/0,95/0,9/ 0,9/0,8
15	Информация по типу, количеству, характеру ТСО на объекте (текст, план объекта) (A1; A2; A3; B1; B2)	1/0,9/0,85/ 0,75/0,65	1/0,95/0,9/ 0,8/0,7	1/0,95/0,9/ 0,9/0,8
Подсистема тревожная сигнализация (ТС) (A1; A2; A3; B1; B2)				
16	Тревожное извещение о нападении (цветовое и текстовое изображение) (A1; A2; A3; B1; B2)	1/0,99/0,98/ 0,95/0,92	1/0,95/0,9/ 0,85/0,8	1/0,98/0,98/ 0,98/0,98
17	Тревожное извещение о нападении (звук) (A1; A2; A3; B1; B2)	1/0,99/0,98/ 0,95/0,92	1/0,95/0,9/ 0,85/0,8	1/0,98/0,98/ 0,98/0,98
18	Тревожное извещение о неисправности ТС объекта (цветовое и текстовое изображение) (A1; A2; A3; B1; B2)	1/0,99/0,98/ 0,95/0,92	1/0,95/0,9/ 0,85/0,8	1/0,98/0,98/ 0,98/0,98
19	Тревожное извещение о неисправности ТС объекта (звук) (A1; A2; A3; B1; B2)	1/0,98/0,95/ 0,92/0,9	1/0,95/0,9/ 0,85/0,8	1/0,98/0,95/ 0,95/0,95
20	Тревожное извещение об отсутствии связи с объектом (цветовое и текстовое изображение) (A1; A2; A3; B1; B2)	1/0,99/0,98/ 0,95/0,92	1/0,95/0,9/ 0,85/0,8	1/0,98/0,98/ 0,98/0,98
21	Тревожное извещение об отсутствии связи с объектом (звук) (A1; A2; A3; B1; B2)	1/0,99/0,98/ 0,95/0,92	1/0,95/0,9/ 0,85/0,8	1/0,98/0,98/ 0,98/0,98
22	Служебное извещение с объекта (переход на резервное питание, авария и пр.) (цветовое и текстовое изображение) (A1; A2; A3; B1; B2)	1/0,95/0,9/ 0,85/0,8	1/0,95/0,9/ 0,8/0,7	1/0,98/0,95/ 0,92/0,9
23	Служебное извещение с объекта (переход на резервное питание, авария и пр.) (звук) (A1; A2; A3; B1; B2)	1/0,95/0,9/ 0,85/0,8	1/0,95/0,9/ 0,8/0,7	1/0,98/0,95/ 0,92/0,9
24	Информация по адресу объекта и его месту расположения (текст, план) (A1; A2; A3; B1; B2)	1/0,95/0,9/ 0,8/0,7	1/0,95/0,9/ 0,85/0,8	1/0,98/0,95/ 0,92/0,9
25	Информация по местам возможного проникновения (текст) (A1; A2; A3; B1; B2)	1/0,95/0,9/ 0,8/0,7	1/0,95/0,9/ 0,8/0,7	1/0,98/0,95/ 0,92/0,9
26	Информация по режиму работы и график охраны (текст) (A1; A2; A3; B1; B2)	1/0,9/0,85/ 0,75/0,65	1/0,95/0,9/ 0,8/0,7	1/0,95/0,9/ 0,9/0,8
27	Информация по типу, количеству, характеру ТСО на объекте (текст, план объекта) (A1; A2; A3; B1; B2)	1/0,9/0,85/ 0,75/0,65	1/0,95/0,9/ 0,8/0,7	1/0,95/0,9/ 0,9/0,8
Подсистема контроля и управления доступом (СКУД) классы (4/3/2/1)				
28	Тревожное извещение об НСД в точке доступа (цветовое и текстовое изображение) (классы 4/3/2/1)	1/0,98/ 0,95/0,9	1/0,95/0,9/0,8	1/0,98/ 0,98/0,98
29	Тревожное извещение об НСД в точке доступа (звук) (классы 4/3/2/1)	1/0,98/ 0,95/0,9	1/0,95/0,9/0,8	1/0,98/ 0,98/0,98
30	Тревожное извещение о нарушении графика прохода в точке доступа (цветовое и текстовое изображение) (классы 4/3/2/1)	1/0,98/ 0,95/0,9	1/0,95/0,9/0,8	1/0,98/ 0,98/0,98
31	Тревожное извещение о нарушении графика прохода в точке доступа (звук) (классы 4/3/2/1)	1/0,98/ 0,95/0,9	1/0,95/0,9/0,8	1/0,98/ 0,98/0,98

Продолжение табл. 1

Индекс j	Характер восприятия информации оператором ИСБ (индекс j)	Важность обеспечения целостности (K_j1)	Важность обеспечения конфиденциальности (K_j2)	Важность обеспечения доступности (K_j3)
32	Тревожное извещение о нарушении порядка (некорректности) прохода в точке доступа (цветовое и текстовое изображение) (классы 4/3/2/1)	1/0,98/ 0,95/0,9	1/0,95/0,9/0,8	1/0,95/ 0,95/0,95
33	Тревожное извещение о нарушении порядка (некорректности) прохода в точке доступа (звук) (классы 4/3/2/1)	1/0,98/ 0,95/0,9	1/0,95/0,9/0,8	1/0,95/ 0,95/0,95
34	Тревожное извещение о неисправности СКУД объекта (цветовое и текстовое изображение) (классы 4/3/2/1)	1/0,98/ 0,95/0,9	1/0,95/0,9/0,8	1/0,95/ 0,95/0,95
35	Тревожное извещение о неисправности СКУД объекта (звук) (классы 4/3/2/1)	1/0,98/ 0,95/0,9	1/0,95/0,9/0,8	1/0,95/ 0,95/0,95
36	Тревожное извещение об отсутствии связи с точками доступа СКУД (цветовое и текстовое изображение) (классы 4/3/2/1)	1/0,98/ 0,95/0,9	1/0,95/0,9/0,8	1/0,98/ 0,98/0,98
37	Тревожное извещение об отсутствии связи с точками доступа СКУД (звук) (классы 4/3/2/1)	1/0,98/ 0,95/0,9	1/0,95/0,9/0,8	1/0,98/ 0,98/0,98
38	Тревожное извещение о превышении попыток доступа (контроллерами) (цветовое и текстовое изображение) (классы 4/3/2/1)	1/0,98/ 0,95/0,9	1/0,95/0,9/0,8	1/0,95/ 0,95/0,95
39	Тревожное извещение о превышении попыток доступа (контроллерами) (звук) (классы 4/3/2/1)	1/0,98/ 0,95/0,9	1/0,95/0,9/0,8	1/0,95/ 0,95/0,95
40	Тревожное извещение о попытке использования недействительного идентификатора в СКУД (контроллерами) (цветовое и текстовое изображение) (классы 4/3/2/1)	1/0,95/ 0,9/0,8	1/0,95/0,9/0,8	1/0,95/0,9/0,9
41	Тревожное извещение о попытке использования недействительного идентификатора в СКУД (контроллерами) (звук) (классы 4/3/2/1)	1/0,95/ 0,9/0,8	1/0,95/0,9/0,8	1/0,95/0,9/0,9
42	Служебное извещение от точек доступа СКУД (переход на резервное питание и пр.) (цветовое и текстовое изображение) (классы 4/3/2/1)	1/0,9/0,8/0,7	1/0,9/0,8/0,7	1/0,9/0,8/0,7
43	Служебное извещение от точек доступа СКУД (переход на резервное питание пр.) (звук) (классы 4/3/2/1)	1/0,9/0,8/0,7	1/0,9/0,8/0,7	1/0,9/0,8/0,7
44	Информация по точке доступа и ее месту расположения (текст, план) (классы 4/3/2/1)	1/0,9/0,8/0,7	1/0,9/0,8/0,7	1/0,9/0,8/0,7
45	Информация по местам возможного проникновения (текст) (классы 4/3/2/1)	1/0,9/0,8/0,7	1/0,9/0,8/0,7	1/0,9/0,8/0,7
46	Информация по режиму работы и график помещения с точкой доступа СКУД (текст) (классы 4/3/2/1)	1/0,9/0,8/0,7	1/0,9/0,8/0,7	1/0,9/0,8/0,7
47	Информация по типу, количеству, характеру точек доступа на объекте (текст, план объекта) (классы 4/3/2/1)	1/0,9/0,8/0,7	1/0,9/0,8/0,7	1/0,9/0,8/0,7
Подсистема охранного телевидения (СОТ) тип (3/2/1)				
48	Тревожное извещение о фиксации движения на периметре объекта (цветовое и текстовое изображение) (тип СОТ 3/2/1)	1/0,95/0,92	1/0,9/0,8	1/0,9/0,8
49	Тревожное извещение о фиксации движения на периметре объекта (звук) (тип СОТ 3/2/1)	1/0,95/0,92	1/0,9/0,8	1/0,9/0,8
50	Тревожное извещение о фиксации движения внутри объекта (цветовое и текстовое изображение) (тип СОТ 3/2/1)	1/0,98/0,95	1/0,95/0,9	1/0,95/0,9
51	Тревожное извещение о фиксации движения внутри объекта (звук) (тип СОТ 3/2/1)	1/0,98/0,95	1/0,95/0,9	1/0,95/0,9
52	Тревожное извещение о попытке вскрытия аппаратуры и коммуникации СОТ (цветовое и текстовое изображение) (тип СОТ 3/2/1)	1/0,98/0,95	1/0,95/0,9	1/0,95/0,9

Окончание табл. 1

Индекс j	Характер восприятия информации оператором ИСБ (индекс j)	Важность обеспечения целостности (K_1)	Важность обеспечения конфиденциальности (K_2)	Важность обеспечения доступности (K_3)
53	Тревожное извещение о попытке вскрытия аппаратуры и коммуникации СОТ (звук) (тип СОТ 3/2/1)	1/0,98/0,95	1/0,95/0,9	1/0,95/0,9
54	Тревожное извещение о попытке НСД к программным ресурсам СОТ (цветовое и текстовое изображение) (тип СОТ 3/2/1)	1/0,98/0,95	1/0,95/0,9	1/0,95/0,9
55	Тревожное извещение о попытке НСД к программным ресурсам СОТ (звук) (тип СОТ 3/2/1)	1/0,98/0,95	1/0,95/0,9	1/0,95/0,9
56	Служебное извещение с СОТ (переход на резервное питание, окончание емкости регистратора и пр.) (цветовое и текстовое изображение) (тип СОТ 3/2/1)	1/0,92/0,9	1/0,92/0,9	1/0,92/0,9
57	Служебное извещение с СОТ (переход на резервное питание, окончание емкости регистратора и пр.) (звук) (тип СОТ 3/2/1)	1/0,92/0,9	1/0,92/0,9	1/0,92/0,9
58	Информация по адресу объекта и его месту расположения, информация титров (дата, время и пр.) (текст, план) (тип СОТ 3/2/1)	1/0,9/0,8	1/0,9/0,8	1/0,9/0,8
59	Информация по местам возможного проникновения (текст) (тип СОТ 3/2/1)	1/0,9/0,8	1/0,9/0,8	1/0,9/0,8
60	Информация по режиму работы и график охраны (текст) (тип СОТ 3/2/1)	1/0,9/0,8	1/0,9/0,8	1/0,9/0,8
61	Информация по типу, количеству, характеру СОТ на объекте (текст, план объекта) (тип СОТ 3/2/1)	1/0,9/0,8	1/0,9/0,8	1/0,9/0,8

Таблица 2

Весовые коэффициенты для оценки факторов, влияющих на защищенность информационных ресурсов в АРМ ИСБ

p_i	ФАКТОРЫ	Коэффициент p_i
Технические факторы		
p_1	Размер экрана монитора: 21" и выше / 19" / 17" / 15" и ниже	1,0/0,95/0,9/0,85
p_2	Разрешение экрана монитора: 1920 × 1080 и выше / 1600 × 1024/1280 × 720/1024 × 600/800 × 600/800 × 480/640 × 480	1,0/0,98/0,95/0,9/0,85/0,8/0,7
p_3	Размер минимального элемента пиктограммы пользовательского интерфейса в процентном отношении к размеру экрана: до 20% и выше / до 15% / до 10%/ до 5% / до 1% и менее	1,0/0,95/0,92/0,9/0,85
p_4	Яркость и контрастность экрана монитора: отличная / очень хорошая / хорошая/удовлетворительная/плохая / очень плохая (почти ничего не видно)	1,0/0,92/0,85/0,75/0,65/0,5
p_5	Уровень звука воспроизведения сообщений в сравнении с уровнем шума в помещении (на сколько дБ звук больше фона): более 15 дБ / более 10 дБ / более 5 дБ / менее 5 дБ	1,0/0,9/0,8/0,6
p_6	Уровень шума в помещении: менее 50 дБ / до 55 дБ/ до 60 дБ/ до 65 дБ/ до 70 дБ/ до 75 дБ/ более 75 дБ/	1,0/0,95/0,9/0,8/0,7/0,6/0,5
p_7	Наличие включенных бытовых аудиовизуальных средств (телевизоры, магнитофоны, планшеты и пр.), отвлекающих внимание операторов: нет/есть/	1,0/0,6
p_8	Качество естественной освещенности на рабочем месте: отличная / очень хорошая / хорошая/удовлетворительная /плохая / очень плохая (почти ничего не видно)	1,0/0,92/0,85/0,75/0,65/0,5
p_9	Качество средств искусственного освещения на рабочем месте: отличное / очень хорошее / хорошее / удовлетворительное /плохое / очень плохое (почти ничего не видно)	1,0/0,92/0,85/0,75/0,65/0,5
p_{10}	Качество функционирования аппаратных средств АРМ ИСБ (наличие отказов, сбоев и пр.): отличное/ очень хорошее / хорошее /удовлетворительное /плохое / очень плохое	1,0/0,92/0,85/0,75/0,65/0,5

Окончание табл. 2

p_i	ФАКТОРЫ	Коэффициент p_i
p_{11}	Быстродействие СВТ АРМ ИСБ (среднее время задержки реагирования АРМ ИСБ на типовые действия оператора с ПО): менее 0,1 с / менее 0,5с / до 1 с / до 3 с / до 5 с / более 5 с	1,0/0,9/0,85/ 0,75/0,65/0,5
p_{12}	Срок эксплуатации СВТ: менее 1 года / до 3 лет / от 3 до 5 лет / от 5 до 8 лет / более 8 лет (в круглосуточном режиме)	1,0/0,95/0,7/ 0,5/0,3
p_{13}	Наличие постороннего, «мешающего» ПО на АРМ ИСБ, используется ли АРМ ИСБ для выполнения других задач: не имеется / имеется	1,0/0,7
Программные факторы ПО		
p_{14}	Имеется ли актуальный сертификат ИСО 27001: да/нет	1,0/0,85
p_{15}	Апробировано ли данное ПО на других объектах: да/нет	1,0/0,6
p_{16}	Входит ли ПО АРМ ИСБ в список технических средств безопасности: да/нет	1,0/0,6
p_{17}	Соответствует ли АРМ ИСБ требованиям ГОСТ Р 57674-2017: полностью соответствует / частично более чем на 50% / менее чем на 50% / не соответствует	1,0/0,75/0,55/0,3
p_{18}	Удобство (эргономичность интерфейса): отлично/ очень хорошо / хорошо / удовлетворительно / плохо / очень плохо	1,0/0,9/0,85/ 0,75/0,65/0,5
p_{19}	Размер детализации объектов отображения информации в интерфейсе ПО АРМ ИСБ: отлично/ очень хорошо / хорошо / удовлетворительно / плохо / очень плохо	1,0/0,9/0,85/ 0,75/0,65/0,5
p_{20}	Средняя скорость поступления тревожных извещений оператору АРМ ИСБ: до 1 в час / до 5 в час / до 10 в час / до 20 в час / более 20 в час	1,0/0,95/0,85/ 0,8/0,75
p_{21}	Средняя скорость поступления служебных извещений оператору АРМ ИСБ: до 10 в час / до 20 в час / до 50 в час / до 100 в час / более 100 в час	1,0/0,95/0,85/ 0,8/0,75
Организационные факторы		
p_{22}	Количество рабочих мест АРМ ИСБ в помещении: одно / два / более двух	1,0/0,9/0,75
p_{23}	Загрузка операторов АРМ ИСБ (по задействованным источникам получения информации от подсистем) ИСБ (объем ТСО на рабочем месте): до 200 номеров / до 400 номеров / до 600 номеров / свыше 600 номеров	1,0/0,95/0,8/0,65
p_{24}	Дополнительная загрузка операторов АРМ ИСБ (выполнение прочих обязанностей): не имеется / да имеется	1,0/0,75
p_{25}	Режим непрерывной работы операторов ИСБ: 4-часовая смена / 8-часовая смена / 12-часовая смена / суточный режим	1,0/0,92/0,7/0,5
p_{26}	Возможность и организации подмены для чередования режима работы и отдыха оператора АРМ ИСБ: есть/нет	1,0/0,7
Субъективные факторы оператора		
p_{27}	Наличие опыта (стажа) работы с ПО АРМ ИСБ у оператора: более 5 лет / до 5 лет / до 3 лет / до 1 года / до 0,5 года / менее 1 месяца	1,0/0,95/0,92/ 0,85/0,75/0,6
p_{28}	Наличие подготовки и качество знания интерфейса ПО АРМ ИСБ оператором: отличное / очень хорошее / хорошее / удовлетворительное / плохое / очень плохое	1,0/0,9/0,85/ 0,75/0,65/0,5
p_{29}	Возраст оператора: до 18 лет / до 30 лет / до 50 лет / до 65 лет / свыше 65 лет	1,0/0,95/0,85/ 0,75/0,6
p_{30}	Качество слуха оператора: отличное/ очень хорошее / хорошее / удовлетворительное / плохое / очень плохое	1,0/0,9/0,85/ 0,75/0,65/0,5
p_{31}	Качество зрения оператора: отличное/ очень хорошее / хорошее / удовлетворительное / плохое / очень плохое	1,0/0,9/0,85/ 0,75/0,65/0,5
p_{32}	Общее состояние здоровья оператора: отличное/ очень хорошее / хорошее / удовлетворительное / плохое / очень плохое	1,0/0,9/0,85/ 0,75/0,65/0,5
p_{33}	Психологическое состояние на момент смены, самочувствие оператора: отличное/ очень хорошее / хорошее / удовлетворительное / плохое / очень плохое	1,0/0,9/0,85/ 0,75/0,65/0,5
p_{34}	Уровень недопущения проявления вредных привычек и дисциплинированности (склонность спать на рабочем месте, употреблять спиртные напитки): очень высокий / высокий / средний / низкий / очень низкий	1,0/0,9/0,7/ 0,6/0,5
p_{35}	Уровень исполнительности оператора: очень высокий / высокий / средний / низкий / очень низкий	1,0/0,9/0,7/ 0,6/0,5

Для анализа защищенности информации человеко-машинного интерфейса в АРМ ИСБ предлагается следующий алгоритм действий.

1. При проведении обследования (аудита) конкретного АРМ ИСБ определяются классы (типы) подсистем ИСБ и из таблицы 1 выбирают значения: (K_1) – важности обеспечения целостности; (K_2) – конфиденциальности; (K_3) – доступности. Если какой-то подсистемы в АРМ ИСБ нет, то ее не учитывают. Если какой-то органолептической информации от подсистемы ИСБ

в ПО АРМ ИСБ нет, то ее также не учитывают (строки в таблице 1).

2. При проведении обследования (аудита) конкретного АРМ ИСБ определяют конкретные градации проявления факторов по каждому пункту таблицы 2 и определяют весовые коэффициенты для оценки факторов, влияющих на защищенность информационных ресурсов в АРМ ИСБ для каждого p_j .

3. Максимально достижимая защищенность для АРМ ИСБ может быть определена как:

$$P_{max} = \sqrt{\left(\frac{\sum_{n=1}^N \left(\frac{\sum_{jn=1}^{J_n} K_{jn1}}{J_n} \right)^2}{N} \right) + \left(\frac{\sum_{n=1}^N \left(\frac{\sum_{jn=1}^{J_n} K_{jn2}}{J_n} \right)^2}{N} \right) + \left(\frac{\sum_{n=1}^N \left(\frac{\sum_{jn=1}^{J_n} K_{jn3}}{J_n} \right)^2}{N} \right)} \quad (1)$$

где $n=1 \dots N$ – количество подсистем безопасности; K_{jn1} ; K_{jn2} ; K_{jn3} – весовые коэффициенты по целостности, конфиденциальности и доступности для n -ой подсистемы безопасности; J_n – это количество строк из таблицы 1 по каждой из подсистем безопасности, которые используются (если органолептической информации от подсистемы нет, то ее не учитывают).

4. Для конкретного АРМ ИСБ максимальная защищенность будет определяться по (1) при условии, что $\forall p_i = 1$. Защищенность информации для АРМ ИСБ определяется как евклидово расстояние в пространстве критериев целостности, конфиденциальности и доступности:

$$P = \sqrt{\left(\frac{\sum_{n=1}^N \left(\frac{\sum_{jn=1}^{J_n} K_{jn1}}{J_n} \right)^2 \cdot \left(\frac{q_1 \cdot \sum_{i=1}^I p_i}{I} \right)^2}{N} \right) + \left(\frac{\sum_{n=1}^N \left(\frac{\sum_{jn=1}^{J_n} K_{jn2}}{J_n} \right)^2 \cdot \left(\frac{q_2 \cdot \sum_{i=1}^I p_i}{I} \right)^2}{N} \right) + \left(\frac{\sum_{n=1}^N \left(\frac{\sum_{jn=1}^{J_n} K_{jn3}}{J_n} \right)^2 \cdot \left(\frac{q_3 \cdot \sum_{i=1}^I p_i}{I} \right)^2}{N} \right)} \quad (2)$$

где значения p_i берутся из таблицы 2, а значения q_1 ; q_2 ; q_3 берутся из таблицы 3.

5. Для окончательной оценки нужна нормировка, тогда реальная защищенность будет такова:

$$P_{APM} = P / P_{max} \quad (3)$$

При рассмотрении АРМ ИСБ необходимо учитывать, все ли подсистемы безопасности задействованы в ИСБ и каковы уровень (масштаб) и важность подсистемы ИСБ. Для этого реальную подсистему ИСБ необходимо классифицировать согласно требованиям нормативных документов по каждой из подсистем безопасности.

Для подсистем охранной и тревожной сигнализации уровень определяется классом охраняемых объектов [12]. В зависимости от стоимости защищаемых предметов и ценностей на объекте, общественной значимости объекта, последствий от возможных посягательств на объект защиты все охраняемые объекты классифицируются по убыванию важности по классам А1; А2; А3; Б1; Б2. Для подсистемы СКУД согласно [13] выделяют по убыванию уровня и важности классы СКУД 4; 3; 2; 1. Для подсистемы СОТ бывают 1-я, 2-я, 3-я группы по убыванию сложности и важности по пункту 5.2.2 нормативного документа [14].

Таблица 3

Распределение значимости факторов, влияющих
на защищенность информационных ресурсов в АРМ ИСБ,
по целостности, конфиденциальности и доступности

P_i	Обеспечение целостности (q_1)	Обеспечение конфиденциальности (q_2)	Обеспечение доступности (q_3)
P_1	0,8	1,0	0,8
P_2	0,8	1,0	0,8
P_3	0,9	1,0	0,9
P_4	0,8	1,0	0,8
P_5	0,9	1,0	0,9
P_6	0,95	0,9	0,8
P_7	0,8	0,9	0,8
P_8	0,8	1,0	0,8
P_9	0,8	1,0	0,8
P_{10}	0,7	0,9	0,8
P_{11}	0,9	0,9	0,6
P_{12}	0,7	0,8	0,7
P_{13}	0,8	0,8	0,8
P_{14}	0,95	0,95	0,95
P_{15}	0,9	0,9	0,9
P_{16}	0,9	0,9	0,9
P_{17}	0,9	0,9	0,9
P_{18}	0,95	1,0	0,85
P_{19}	0,95	1,0	0,9
P_{20}	0,9	1,0	0,8
P_{21}	0,85	1,0	0,9
P_{22}	0,95	0,95	0,95
P_{23}	0,75	0,95	0,75
P_{24}	0,85	0,9	0,75
P_{25}	0,85	0,95	0,85
P_{26}	0,85	0,95	0,85
P_{27}	0,85	0,95	0,9
P_{28}	0,85	0,95	0,9
P_{29}	0,85	0,95	0,9
P_{30}	0,85	0,95	0,9
P_{31}	0,85	0,95	0,85
P_{32}	0,85	0,95	0,85
P_{33}	0,85	0,95	0,85
P_{34}	0,8	0,85	0,8
P_{35}	0,85	0,95	0,85

Представленные в таблицах 1–3 коэффициенты являются обобщенными от группы экспертов субъективными ранжированными оценками, представленными в нормированном виде от 0 до 1 в 20 градациях, то есть с шагом в 0,05. Чем ближе значение

показателя к 1, тем более важно обеспечение показателя для выбранного информационного ресурса. Данная таблица для разных АРМ ИСБ, на которых используется одно и то же программное обеспечение, является единой. Методом экспертных оценок была

составлена таблица 2 для учета особенностей конкретного оператора и конкретного рабочего места АРМ ИСБ. В таблице 2 представлены весовые коэффициенты факторов, влияющих на защищенность информационных ресурсов в АРМ ИСБ, в которых были учтены технические, программные, организационные, субъективные факторы конкретного оператора. Для оценки защищенности ЧМИ конкретного рабочего места АРМ ИСБ в пространстве параметров целостности, конфиденциальности и доступности методом экспертных оценок была составлена таблица распределения значимости факторов, влияющих на защищенность информационных ресурсов в АРМ ИСБ (табл. 3). На основании предлагаемой методики для одних и тех же организационных условий и типов операторов АРМ ИСБ была проведена оценка человеко-машинных интерфейсов для АРМ ИСБ «Орион-Про вер.1.20.3.8» (www.bolid.ru); ИСБ «РУБЕЖ-08 вер.3.5.1» (www.sigma-is.ru); ИСБ «Кодос» (www.kodos.ru). Реальных объектов, на которых при одних и тех же условиях «параллельно» установлены разные АРМ ИСБ, не существует по экономическим соображениям. Поэтому апробация результатов была частично виртуальной, т.е. виртуально одинаковыми для разных типов ПО АРМ ИСБ по таблице 2 устанавливались технические, организационные и субъективные факторы. Исходные данные по факторам таблицы 1 и программные факторы по таблице 2 соответствовали разным типам программного обеспечения АРМ ИСБ. Всего анализировались три типа разных начальных виртуально установленных организационных условий и типов операторов АРМ ИСБ (идеальные условия, средние условия и максимально плохие условия). При этом средняя разница в определении нормированного значения оценки защищенности ЧМИ для разных типов используемого ПО составила около 7%, а максимальная разница – 13% для «средних» условий (когда принимались средние значения технических, организационных и субъективных факторов по таблице 2 и исходных данных по факторам таблицы 1). Данные результаты в целом согласуются с субъективным мнением экспертов, которые их оценивали.

Наиболее объективно достоверность результатов применения указанной методики для разных типов АРМ ИСБ оценивается статистически как результат сравнения доли несанкционированных проникновений именно по вине ЧМИ между оператором и конкретным типом АРМ СПИ. При этом можно оценивать очень схожие по условиям объекты с разными АРМ ИСБ или про-

гнозировать на длительный период состояние защищенности ЧМИ (долю вероятных проникновений по вине ЧМИ) и сравнивать результаты прогноза с фактическим состоянием по окончании периода. Оба варианта вызывают сложности, так как требуют значительного времени сбора данных. Вероятность посягательства на среднестатистический объект защиты составляет несколько попыток в год, а вероятность несанкционированного доступа по вине ЧМИ – несколько процентов от попыток посягательств. Причем за время сбора данных состояние исходных данных может значительно измениться. Другим способом оценки достоверности результатов является корреляция данных расчетов с экспертными мнениями специалистов.

Заключение

Рассмотренные в работе формальная модель и обобщенная методика оценки защищенности информации при ее обработке оператором в АРМ интегрированной системы безопасности являются простым и понятным инструментом, с помощью которого можно оценивать: качество организации работы АРМ ИСБ на конкретном рабочем месте; качество подготовки и работы конкретных операторов; надежность обеспечения физической защиты конкретного объекта; сравнивать между собой разнообразие типы программного обеспечения АРМ ИСБ и выполнять другие задачи. При практическом использовании следует периодически применять данную методику оценки для выявления тенденций и динамики изменения защищенности информационных ресурсов в процессе эксплуатации АРМ ИСБ.

Предлагаемая методика путем расширения экспертных оценок может быть адаптирована для анализа защищенности информации при ее обработке не только для АРМ ИСБ, но и в центрах пожарного мониторинга в системе МЧС, а также для АРМ систем централизованного видеонаблюдения и т.д.

Список литературы

1. ГОСТ Р 57674-2017. Интегрированные системы безопасности. Общие положения. М.: Стандартинформ, 2019. 12 с.
2. Рекомендации по охране особо важных объектов с применением интегрированных систем безопасности. Р 089-2022. М.: ФКУ НИЦ «Охрана». 2022. 96 с.
3. Макаренко С.И. Интероперабельность человеко-машинных интерфейсов / под ред. С.И. Макаренко. СПб.: Научное издание, 2023. 185 с.
4. Тельный А.В., Никитин О.Р., Храпов И.В. Об организации информационной распределенной среды интегрированных систем охраны и безопасности // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. 2012. Т. 55, № 8. С. 28-32.
5. Макаренко С.И., Соловьева О.С. Семантическая интероперабельность взаимодействия элементов в сетевых центри-

- ческих системах // Журнал радиоэлектроники. 2021. № 6. С. 13. DOI: 10.30898/1684-1719.2021.6.3.
6. Черницкая Т.Е., Макаренко С.И., Растягаев Д.В. Аспекты информационной безопасности в рамках оценки интероперабельности сетевых информационных управляющих систем. Вестник Российского нового университета. Серия: Сложные системы: модели, анализ и управление. 2020. № 4. С. 113-121. DOI: 10.25586/RNU.V9187.20.04.P.113.
7. Макаренко С.И., Олейников А.Я., Черницкая Т.Е. Модели интероперабельности информационных систем. Системы управления, связи и безопасности. 2019. № 4. С. 215-245. DOI: 10.24411/2410-9916-2019-10408.
8. Методические указания МУК 4.3.3975-24. Методические указания по инструментальному контролю и оценке освещения рабочих мест // Информационно-правовой портал ГАРАНТ.РУ [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/408790461/?ysclid=m1lv23kfuj584294765> (дата обращения: 28.11.2024).
9. Методические указания МУК 4.3.3722-21. Контроль уровня шума на территории жилой застройки, в жилых и общественных зданиях и помещениях // Информационно-правовой портал ГАРАНТ.РУ [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/403287707/?ysclid=m1lvb7959e278375637> (дата обращения: 28.11.2024).
10. Горячкин Б. С. Метод оценки эргономического обеспечения автоматизированной информационной системы // Альманах современной науки и образования. 2016. № 8(110). С. 21-23.
11. Назаренко Н.А., Осетров А.В. Особенности эргономической оценки пользовательских интерфейсов человеко-машинных систем специального назначения // Биотехносфера. 2015. № 1(37). С. 38-43.
12. Методические рекомендации. Обследование и прием под централизованную охрану подразделениями вневедомственной охраны войск национальной гвардии Российской Федерации объектов, мест проживания и хранения имущества граждан. Р 093. 2024. М.: ФКУ НИЦ «Охрана». 2024. 38 с.
13. Методические рекомендации. Выбор и применение технических средств и систем контроля и управления доступом. Р 064-2017. М.: ФКУ НИЦ «Охрана». 2017. 92 с.
14. ГОСТ Р 51558-2014. Средства и системы охранные телевизионные. Классификация. Общие технические требования. Методы испытаний. М.: Стандартинформ, 2019. 24 с.

НАУЧНЫЙ ОБЗОР

УДК 004.62

DOI 10.17513/snt.40280

**ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ПОДХОДОВ К МАТЕМАТИЧЕСКОМУ
МОДЕЛИРОВАНИЮ КРИПТОГРАФИЧЕСКИХ АТАК
НА СТРУКТУРЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ****Бережной И.В., Гурский С.М., Пятин В.С.***ФГБВОУ ВО «Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского» Министерства обороны
Российской Федерации, Санкт-Петербург, e-mail: vka@mil.ru*

Цель исследования – обзор современных подходов к анализу математических моделей криптографических атак на структуры информационных технологий. Обзор источников проведён с использованием баз данных научного цитирования eLIBRARY.RU, РИНЦ, Scopus. В указанных базах найдено 588 источников, в том числе 50 источников, включённых в данное исследование. Критериями включения в этот обзор были публикации, посвящённые: разработке математического моделирования криптографических угроз и атак; влиянию вредоносного программного обеспечения; моделям теории массового обслуживания, эпидемиологическим моделям, безопасности информации; публикации на английском и русском языках. Критериями исключения были: отсутствие доступа к полным текстам статьи; дублирующие исследования, репринты, исследования на иных языках, кроме заявленных (английский и русский), письма и краткие сообщения. В статье исследуются модели теории массового обслуживания, эпидемиологические модели, поведенческие модели, а также их комбинированное применение для более точного понимания криптографических угроз. Исследование сосредоточено на наиболее часто используемых моделях для исследования атак на структуры информационных технологий и моделях, применяемых для оценки распространения вредоносного программного обеспечения. Приводится пример расчёта эффективности предложенного комплексного подхода к анализу математических моделей криптографических атак на структуры информационных технологий, его преимущества и недостатки известных подходов. Только совместное использование нескольких видов моделей позволяет компенсировать недостатки, проявляющиеся при использовании каждой из однослойных моделей по отдельности. Тем самым обеспечивается наилучшее качество исследования криптографических атак, что обеспечивает более широкий охват потенциальных криптографических угроз в сравнении с известными однослойными моделями, учитывающими только одну из известных математических моделей. Проведённый обзор 50 источников, а также предложенный комплексный подход к анализу математических моделей криптографических атак на структуры информационных технологий могут позволить сформировать наилучшее качество рекомендаций по предотвращению исследуемых угроз и атак.

Ключевые слова: математическое моделирование, криптографические атаки, криптографические угрозы, вредоносное программное обеспечение, эпидемиологические модели, модели теории массового обслуживания, безопасность информации

**REVIEW OF MODERN APPROACHES TO MATHEMATICAL
MODELING OF CRYPTOGRAPHIC ATTACKS
ON INFORMATION TECHNOLOGY STRUCTURES****Berezhnoy I.V., Gurskiy S.M., Pyatin V.S.***Mozhaisky Military Aerospace Academy of the Ministry of Defense of the Russian Federation,
St. Petersburg, e-mail: vka@mil.ru*

The purpose of the study is to review modern approaches to the analysis of mathematical models of cryptographic attacks on information technology structures. The review of the sources was carried out using scientific citation databases "eLIBRARY.RU", RSCI, Scopus. 588 sources were found in these databases, including 50 sources included in this study. The criteria for inclusion in this review were publications devoted to: the development of mathematical modeling of cryptographic threats and attacks; the impact of malicious software; models of queuing theory, epidemiological models, information security; publications in English and Russian. The exclusion criteria were: lack of access to the full texts of the article; duplicate research, reprints, research in languages other than the declared ones (English and Russian), letters and short messages. The article examines queuing theory models, epidemiological models, behavioral models, as well as their combined application for a more accurate understanding of cryptographic threats. The research focuses on the most commonly used models for investigating attacks on information technology structures and models used to assess the spread of malicious software. An example of calculating the effectiveness of the proposed integrated approach to the analysis of mathematical models of cryptographic attacks on information technology structures, its advantages and disadvantages of known approaches are given. Only the combined use of several types of models makes it possible to compensate for the disadvantages that appear when using each of the single-layer models separately. This ensures the best quality of cryptographic attack research, which provides a broader coverage of potential cryptographic threats in comparison with known single-layer models that take into account only one of the known mathematical models. The conducted review of 50 sources, as well as the proposed comprehensive approach to the analysis of mathematical models of cryptographic attacks on information technology structures, can make it possible to form the best quality recommendations for preventing the threats and attacks under study.

Keywords: mathematical modeling, cryptographic attacks, cryptographic threats, malicious software, queuing theory models, epidemiological models, information security

Введение

Современные структуры информационных технологий подвергаются разнообразным криптографическим угрозам и атакам [1-3]. Эти угрозы требуют разработки эффективных методов обнаружения и противодействия [4-6].

Математическое моделирование позволяет формализовать и исследовать эти угрозы [7-9]. А прогнозирование их развития и оценка рисков позволяет с высокой эффективностью решать задачи защиты структур информационных технологий.

При этом основными задачами математического моделирования в области кибербезопасности следует полагать [10; 11]: идентификацию и классификацию криптографических угроз; моделирование распространения и воздействия криптографических атак; оценку эффективности защитных мер.

В данной статье приведены результаты анализа подходов к обеспечению устойчивой работы систем сбора, хранения и обработки информации. Представлены количественные оценки, подтверждающие правильность предложенных подходов.

Цель исследования – обзор современных подходов к анализу математических моделей криптографических атак на структуры информационных технологий.

Материалы и методы исследования

Выполнен систематический обзор и метаанализ по применению современных подходов к анализу математических моделей криптографических угроз и атак на структуры информационных технологий по протоколу PRISMA. Научная область обзора «Криптография», с подразделами «Криптографические угрозы», «Криптографические атаки». Критериями включения в этот обзор были публикации, посвященные: разработке математического моделирования криптографических угроз и атак; влиянию вредоносного программного обеспечения; моделям теории массового обслуживания, эпидемиологическим моделям, безопасности информации; публикации на английском и русском языках. Критериями исключения были: отсутствие доступа к полным текстам статьи; дублирующие исследования, репринты, исследования на иных языках, кроме заявленных (английский и русский), письма и краткие сообщения. В базах данных eLIBRARY.RU, РИНЦ, Scopus выполнен поиск исследований, посвященных применению современных подходов к анализу математических моделей криптографических угроз и атак на структуры информационных технологий, и обзоров, посвя-

щённых данной проблеме в период с 1 января 2005 г. по 10 декабря 2024 г. При поиске в базах данных eLIBRARY.RU, РИНЦ использовались следующие ключевые слова: «криптографические угрозы и атаки». Найдено 577 публикаций. Аналогичный алгоритм применён для других научных баз. Всего 588 исследований включены в этот систематический обзор: посвящены обзору проблемы – 124, разработке моделей криптографических угроз – 146, 156 – моделей криптографических атак, вредоносное программное обеспечение – 122, модели теории массового обслуживания – 10, эпидемиологические модели – 10, безопасность информации – 20. Представляющими интерес результатами были 50 публикаций: (1) обзоры применения математического моделирования криптографических угроз и атак, (2) случаи применения вредоносного программного обеспечения, (3) обзоры применения моделей теории массового обслуживания, эпидемиологических моделей, (4) обзоры безопасности информации. Полученные в результате систематического обзора и метаанализа научные данные могут быть применены при формулировании рекомендаций по применению современных подходов к анализу математических моделей криптографических угроз и атак на структуры информационных технологий [12].

Результаты исследования и их обсуждение

Для проведения исследования были выбраны следующие модели: теории массового обслуживания; эпидемиологические; поведенческие; комбинированные [13, с. 299; 14, с. 73; 15, с. 42].

Исследование сосредоточено на наиболее часто используемых моделях для исследования атак на структуры информационных технологий и моделях, применяемых для оценки распространения вредоносного программного обеспечения (ВПО) [16, с. 320; 17; 18].

Применение предложенных математических моделей включает исследование динамики последствий криптографических атак и их воздействие на структуры информационных технологий, а также оценку эффективности различных защитных мер [19-21].

Вредоносное программное обеспечение включает вирусы, черви, троянские программы и другие типы ВПО, предназначенные для выполнения нежелательных действий на целевой структуре информационных технологий [22-24]. Для моделирования распространения ВПО применяются эпидемиологические модели [25-27].

Фишинг (мошенничество с использованием социальной инженерии для получе-

ния конфиденциальной информации) представляет собой попытки получения конфиденциальной информации путем обмана пользователей через поддельные веб-сайты или электронные письма [28-30]. Для исследования таких криптографических атак используются модели теории игр и поведенческие модели [31-33].

Язык структурированных запросов Structured Query Language (SQL) используется для взаимодействия с реляционными базами данных [34-36].

При криптографической атаке путем SQL-инъекции (Structured Query Language Injection) злоумышленник внедряет вредоносный SQL-код в запросы к базе данных через пользовательский ввод. SQL-инъекции позволяют злоумышленникам выполнять произвольные SQL-запросы в базах данных через уязвимости в веб-приложениях [37-39]. Для исследования и предотвращения таких криптографических атак применяются модели теории конечных автоматов [15, с. 42; 40; 41].

Модели теории массового обслуживания M/M/1 и M/M/m относятся к стохастическим моделям, используемым для анализа систем массового обслуживания [42-44]. Эти модели помогают описать, как заявки (запросы) поступают в систему, как они обрабатываются и как долго они остаются в очереди. Модель описывается тремя частями (буквами), которые определяют свойства системы: первая M (Markovian arrivals) – поступление заявок (запросов); вторая M (Markovian service) – время обслуживания; 1 или m –

количество обслуживающих каналов (серверов) в системе [45-47].

Модель M/M/1 для DoS-атак описывает систему массового обслуживания с одним сервером, где заявки поступают согласно распределению Пуассона с интенсивностью λ , а время обслуживания имеет экспоненциальное распределение. Вероятность отказа в обслуживании (перегрузка системы) может быть рассчитана с использованием формулы Эрланга [28; 29; 48]:

$$P_{\text{отказа}} = \frac{(\lambda / \mu)^n}{n!} \times \frac{1}{\sum_{k=0}^n \frac{(\lambda / \mu)^k}{k!}}, \quad (1)$$

где $P_{\text{отказа}}$ – вероятность отказа в обслуживании, которая означает вероятность того, что ИТ-инфраструктура не сможет обработать запрос из-за перегрузки; λ – интенсивность поступления запросов в структуры информационных технологий (число запросов в единицу времени); μ – интенсивность обслуживания (число запросов, которые структура информационных технологий способна обслужить в единицу времени); n – число серверов (обслуживающих устройств) в структуре информационных технологий; k – количество возможных состояний структуры информационных технологий.

Результаты расчёта вероятности отказа структур информационных технологий в зависимости от числа серверов (рис. 1) показывают, как увеличение числа серверов в структуре информационных технологий влияет на вероятность отказа в обслуживании (отказа в доступе к ресурсу) при DoS-атаке.

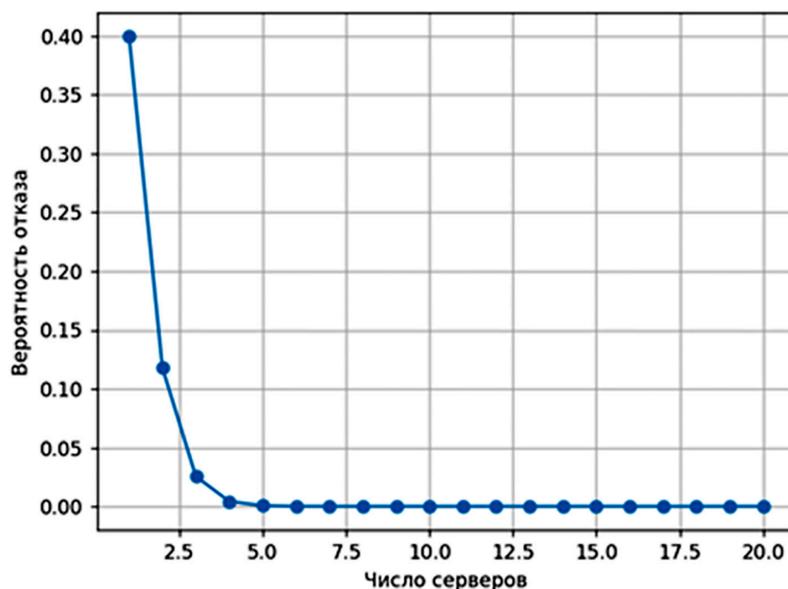


Рис. 1. Результаты расчёта вероятности отказа структуры информационных технологий в зависимости от числа серверов

Источник: разработано авторами

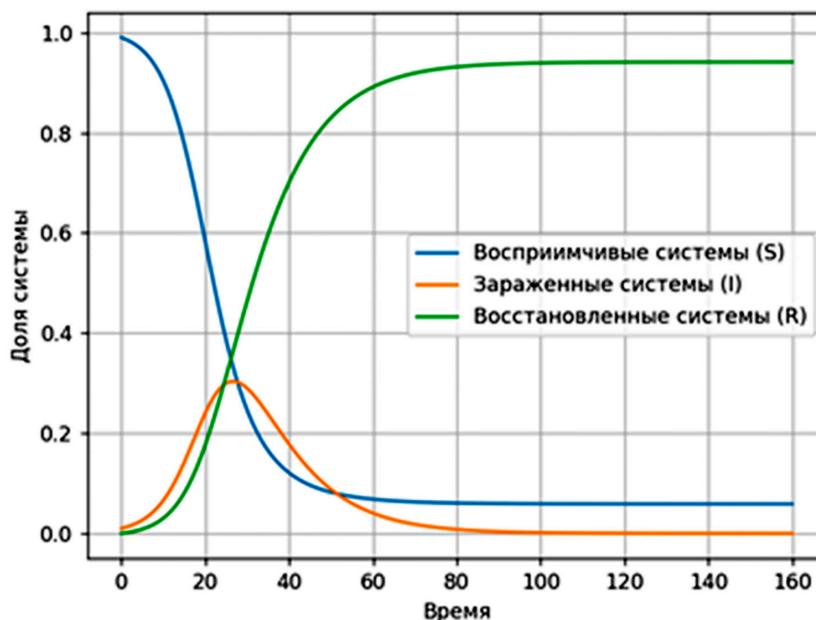


Рис. 2. Результаты расчёта доли отказавшей структуры информационных технологий в зависимости от времени криптографической атаки
Источник: разработано авторами

Анализ результатов позволяет сделать следующие выводы: с увеличением числа серверов вероятность отказа снижается; масштабирование структуры информационных технологий может служить защитной мерой против DoS-атак.

Результаты расчёта доли отказавшей структуры информационных технологий в зависимости от времени криптографической атаки (рис. 2) иллюстрируют поведение структуры информационных технологий, подверженной криптографической атаке ВПО, в зависимости от скорости восстановления зараженных элементов структуры информационных технологий.

Анализ результатов моделирования позволяет сделать следующие выводы: при высокой скорости восстановления локальных серверов общее число «зараженных» информационных систем быстро снижается; эффективное управление восстановлением может ограничить распространение ВПО.

При этом основными проблемами, связанными с криптографическими угрозами, являются: постоянно меняющиеся угрозы (злоумышленники разрабатывают новые методы криптографических атак, что требует обновления защитных мер); сложность обнаружения (многие криптографические атаки остаются незамеченными до тех пор, пока не причинят значительный ущерб); большие объемы данных (обработка и исследование больших объемов данных, связанных с криптографическими

угрозами, требует мощных вычислительных ресурсов и эффективных алгоритмов). Преимущества комплексного подхода к конфигурациям атакуемых структур информационных технологий представлены в таблице 1, а результаты расчёта эффективности математических моделей криптографических атак на структуры информационных технологий представлены на рисунке 3. Модель теории массового обслуживания охватывает сетевые узлы, серверы и их пропускную способность, что делает её полезной для анализа и прогнозирования нагрузки на корпоративные системы, но ограничивает её применимость к поведенческим и криптографическим угрозам; эпидемиологические модели применяются к сетям и системам с высоким риском распространения угроз, таким как вирусы и черви, что полезно для корпоративных сетей. Однако они не охватывают поведенческие аспекты атак и не учитывают взаимодействие угроз. Теория игр и поведенческие модели эффективны для анализа стратегий атакующих и защитников, полезны для корпоративных сетей и серверов, где атакующие могут использовать сложные стратегии. Тем не менее они не учитывают конкретные системные уязвимости. Модели теории конечных автоматов и регулярных выражений ограничены системами с предсказуемым поведением, такими как процессы и системы с фиксированной последовательностью действий. Их полез-

ность ограничивается, когда поведение атакующих меняется или атака распространяется. Статистический анализ и визуализация применимы для анализа локальных и глобальных сетей, позволяют выявлять аномалии в поведении, но недостаточны для прогнозирования атак со сложным синергетическим эффектом. Комплексный подход поддерживает анализ всех компонентов корпоративной структуры информационных технологий, включая серверы, сети, базы данных, а также учет поведенческих факторов, что дает максимальное преимущество для моделирования сложных криптографических атак на всю структуру информационных технологий, включая взаимодействие угроз.

Для оценки эффективности F предложенного комплексного подхода к анализу математических моделей криптографических атак на структуры информационных технологий использован метод определения качества классификационных моделей из области информационного поиска и машинного обучения [49]. Предлагаемое соотношение (2) для оценки эффективности также известно как мера, объединяющая точность (precision) и полноту (recall) в единую метрику. Она особенно полезна в ситуациях, когда важно учитывать как точность (чтобы было как можно меньше ложных срабатываний), так и полноту (чтобы было обнаружено как можно больше реальных атак).

Эффективность предложенного комплексного подхода к анализу математических моделей криптографических атак на структуры информационных технологий (2) рассчитывается как гармоническое среднее точности и полноты. Используется именно гармоническое, а не обычное среднее, поскольку оно более строго учитывает малые величины. Впервые эта метрика была предложена в исследованиях по классификации текстов, но быстро нашла широкое применение, в том числе и в кибербезопасности для оценки эффективности моделей обнаружения угроз [50, с. 151].

$$F = 2 \times \frac{P \times R}{P + R} \times 100\%,$$

где $R = \frac{TP}{TP + FN}$ – recall (полнота);

$$P = \frac{TP}{TP + FP} – precision (точность);$$

TP (True Positives) – верно обнаруженные атаки;

FP (False Positives) – ложные срабатывания, когда модель сигнализирует об атаке, которой нет;

FN (False Negatives) – пропущенные атаки, когда угроза не была обнаружена.

Рассмотрим пример расчета эффективности для параметра системы управления базами данных (СУБД): ($TP = 80$, $FP = 20$, $FN = 30$) при использовании только однослойной модели статистического анализа и ($TP = 95$, $FP = 10$, $FN = 15$) – для предложенного многослойного комплексного подхода. Представленные в примере результаты расчетов количественных значений параметров моделей (табл. 2) указывают на преимущество в эффективности предложенного многослойного комплексного подхода на 11,9%. Результаты расчета эффективности (2) предложенных многослойных математических моделей криптографических атак на атакуемые структуры информационных технологий, реализующих предложенный комплексный подход, в сравнении с известными (однослойными вариантами моделей, учитывающими при расчете эффективности только одну из моделей) приведены на рисунке 3, а преимущества комплексного подхода к конфигурациям атакуемых структур информационных технологий сведены в таблице 1.

Такой комплексный подход, учитывающий применение предложенных математических моделей криптографических атак на структуры информационных технологий, позволяет учитывать взаимодействие атак разного типа и анализировать синергетический эффект (рис. 3, табл. 1), что может привести к повышению точности оценки рисков на 20-40%, увеличению способности обнаружения уязвимостей на 30-50% и улучшению возможностей по предотвращению атак на 25-50% по сравнению с использованием известных однослойных моделей (учитывающих либо только модель из теории массового обслуживания, либо только эпидемиологические модели, либо только модели, основанные на теории игр, либо только модели теории конечных автоматов, либо только модели, основанные на статистическом анализе).

Поддержка анализа всех уровней системы и адаптация под реальные многослойные сценарии атак может позволить сделать предложенные математические модели криптографических атак на структуры информационных технологий более эффективными и точными по сравнению с известными однослойными моделями для защиты корпоративной структуры информационных технологий от современных сложных угроз (рис. 3).

Таблица 1

Преимущества комплексного подхода к конфигурациям атакуемых структур информационных технологий

Параметр анализа	Модель массового обслуживания (DDoS-атаки)	Эпидемиологические модели (черви, вирусы)	Теория игр и поведенческие модели (фришинг)	Модели конечных автоматов	Статистический анализ и визуализация	Комплексный подход к моделированию атак	Преимущество комплексного подхода
Точность оценки риска	55% (очереди и нагрузки)	60% (анализ распространения угроз)	65% (учёт стратегий атакующих)	50% (анализ поведения системных процессов)	70% (выявление аномалий)	90% (учёт всех факторов и синергетического эффекта)	+20-40%
Прогнозируемый уровень компрометации данных	25%	30%	35%	20%	40%	До 60% (влияние синергетического эффекта)	+20-40%
Обнаружение уязвимостей	50% (сетевые уязвимости)	55% (анализ уязвимостей в системах)	65% (учёт уязвимых стратегий)	45% (аналитика выполнения)	60% (выявление паттернов атак)	95% (выявление сложных и комбинированных уязвимостей)	+30-50%
Адаптация под реальные сценарии	45%	60%	65%	50%	55%	95% (учёт сложных многослойных атак)	+35-50%
Возможность предотвращения атак	40% (локальное предотвращение)	50% (снижение распространения)	55% (предотвращение на основе поведения)	35% (проверка ограниченного количества случаев)	60% (предсказание на основе статистики)	85% (распознавание и блокировка комбинированных атак)	+25-50%
Комплексность анализа воздействия	50% (сетевой уровень)	55% (уровень заражения)	60%	45% (уровень процессов)	65% (поведенческий уровень)	90% (анализ на всех уровнях системы)	+25-45%
Применимость к IT-инфраструктуре	Сетевые компоненты (серверы, узлы)	Корпоративные сети и системы	Корпоративные сети, серверы и пользователи	Ограниченные системы с предсказуемым поведением	Локальные и глобальные сети	Полная система: сети, серверы, базы данных, пользователи	Максимальная: поддержка комплексной инфраструктуры

Примечание: разработано авторами.

Таблица 2

Результаты расчета количественных значений параметров моделей:
точности, полноты и эффективности

Однослойная модель статистического анализа	Предложенный многослойный комплексный подход
$P_{stat} = \frac{80}{80 + 20} = 0,8;$ $R_{stat} = \frac{80}{80 + 30} = 0,727;$	$P = \frac{95}{95 + 10} = 0,905;$ $R = \frac{95}{95 + 15} = 0,86;$
$F_{stat} = 2 \times \frac{0,8 \times 0,727}{0,8 + 0,727} \times 100\% = 76,2\%$	$F = 2 \times \frac{0,905 \times 0,86}{0,905 + 0,86} \times 100\% = 88,1\%$

Примечание: разработано авторами.

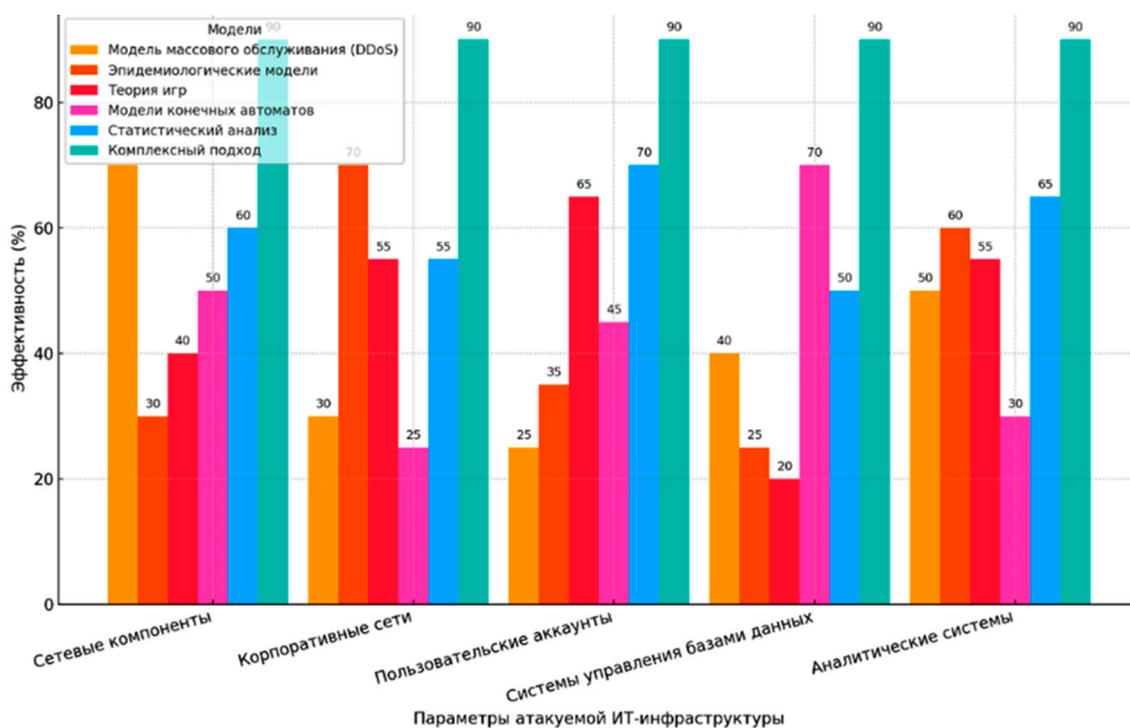


Рис. 3. Результаты расчёта эффективности математических моделей криптографических атак на структуры информационных технологий
Источник: разработано авторами

Заключение

Новизна полученных в статье результатов заключается в проведенном систематическом обзоре и метаанализе по протоколу PRISMA исследований 50 источников, опубликованных в индексированных базах данных российского индекса научного цитирования, а также в предложенном комплексном

подходе к анализу математических моделей криптографических атак на структуры информационных технологий, которые могут позволить не только оценивать текущие риски, но и разрабатывать эффективные стратегии защиты от криптографических атак.

В отличие от большинства исследований, которые фокусируются на отдельных

аспектах криптографических угроз и атак, предложенные в статье систематический обзор 50 источников и комплексный подход могут позволить объединить модели теории массового обслуживания, эпидемиологические модели и поведенческие модели для создания более полного в сравнении с известными однослойными моделями представления о криптографических угрозах и атаках. Проведенный обзор и такой комплексный подход могут позволить уточнить процесс анализа и прогноза различных типов криптографических угроз и атак в сравнении с известными однослойными моделями, а также разрабатывать комплексные стратегии защиты от них, выраженные итоговыми результатами расчётов (рис. 1–3 с указанием «атакуемой» структуры информационных технологий и количественных значений эффективности предложенных моделей в сравнении с известными; табл. 1) применительно к достижению цели исследования.

Результаты указанного обзора и такой подход могут дать преимущество в масштабировании и повышении устойчивости к криптографическим атакам. Они могут обеспечить: увеличение пропускной способности структур информационных технологий на 50–80%; снижение вероятности отказов при DDoS-атаках на 60–70%; сокращение времени ожидания и улучшение защиты от перегрузок; оптимизацию скорости восстановления зараженных структур информационных технологий и снижение числа зараженных структур информационных технологий на 30–50%.

Список литературы

1. Бирюков Д.Н., Захаров О.О., Сабиров Т.Р. Подход к построению системы знаний для решения задач оценивания защищенности информационно-технических систем // Труды Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского. 2024. № 691. С. 102–111.
2. Гурский С.М., Полубенцев В.А. Информационная безопасность в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» // Современные наукоемкие технологии. 2022. № 1. С. 25–31. DOI: 10.17513/snt.39005.
3. Горецкий И.А., Лаврова Д.С. Интеллектуальная рекомендательная система для противодействия сетевым атакам // Проблемы информационной безопасности. Компьютерные системы. 2024. № S2 (60). С. 24–30. DOI: 10.48612/jisp/gxt5-d3m3-5ku4.
4. Smirnov S.I., Ereemeev M.A., Magomedov Sh.G., Izergerin D.A. Criteria and indicators for assessing the quality of the investigation of an information security incident as part of a targeted cyberattack // Russian Technological Journal. 2024. № 12(3). С. 25–36. DOI: 10.32362/2500-316X-2024-12-3-25-36.
5. Смарт Н. Криптография / Перевод с английского С.А. Кулешова; под редакцией С.К. Ландо. М.: Техносфера, 2005. 528 с.
6. Пилькевич С.В. Исследование атак, нацеленных на кражу модели искусственного интеллекта // Труды Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского. 2023. № 689. С. 103–120.
7. Бирюков Д.Н., Лебедев С.Л., Руссу В.Ю. Подход к автоматизации поиска уязвимостей в прошивках телекоммуникационных устройств // Труды Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского. 2023. № 688. С. 54–59.
8. Бирюков Д.Н., Дудкин А.С., Родионов Е.С. Подход к созданию криптозащищенной Mesh-сети // Труды Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского. 2024. № 691. С. 94–101.
9. Гололобов Н.В. Систематизация вредоносного программного обеспечения для определения типов проявляемой ими активности // Проблемы информационной безопасности. Компьютерные системы. 2024. № 3 (61). С. 142–154. DOI: 10.48612/jisp/npp7-45tr-em48.
10. Бережной И.В., Фомин А.И., Гурский С.М. Применение новых информационных технологий при обработке специальной информации методом рандомизации // Естественные и технические науки. 2016. № 6 (96). С. 128–129.
11. Коржик В.И., Яковлев В.А., Изотов Б.В., Старостин В.С., Буйневич М.В. Прогресс в теории прикладной криптографии: обзор и некоторые новые результаты. Часть 1. Ключевая криптография // Труды учебных заведений связи. 2024. Т. 10, № 4. С. 126–141. DOI: 10.31854/1813-324X-2024-10-4-126-141.
12. Белобородов В.А., Воробьев В.А., Семинский И.Ж., Калягин А.Н. Порядок выполнения систематического обзора и мета-анализа по протоколу PRISMA // Система менеджмента качества: опыт и перспективы. 2023. № 12. С. 5–9.
13. Сердюк В.А. Новое в защите от взлома корпоративных систем. М.: Техносфера, 2007. 360 с.
14. Басараб М.А., Коннова Н.С. Теория игр в информационной безопасности. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет), 2024. 84 с.
15. Бушуев А.Ю., Кутыркин В.А. Введение в прикладную теорию автоматов. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет), 2024. 53 с.
16. Мاستицкий С.Э., Шитиков В.К. Статистический анализ и визуализация данных с помощью R. М.: ДМК Пресс, 2017. 498 с. URL: <http://r-analytics.blogspot.com> (дата обращения: 02.11.2024).
17. Ereemeev M.A., Zakharchuk I.I. Risk assessment of using open source projects: analysis of the existing approaches // Automatic Control and Computer Sciences. 2023. Т. 57, № 8. С. 938–946. DOI: 10.3103/s0146411623080059.
18. Дун Х. Классификация изображений вредоносных программ без использования сверток с использованием механизмов внутреннего внимания // Информатика и автоматизация. 2024. Т. 23, № 6. С. 1869–1898. DOI: 10.15622/ia.23.6.11.
19. Дженифер Р., Пракаш В.Д. Алгоритм Rivest-Shamir-Adleman, оптимизированный для защиты устройств Интернета вещей от конкретных атак // Информатика и автоматизация. 2024. Т. 23, № 5. С. 1423–1453. DOI: 10.15622/ia.23.5.6.
20. Молдовян А.А., Молдовян Д.Н., Молдовян Н.А. Постквантовые двухключевые криптосхемы на конечных алгебрах // Информатика и автоматизация. 2024. Т. 23, № 4. С. 1246–1276. DOI: 10.15622/ia.23.4.1.2.
21. Молдовян А.А., Молдовян Д.Н., Молдовян Н.А. Новый подход к разработке алгоритмов многомерной криптографии // Вопросы кибербезопасности. 2023. № 2 (54). С. 52–64. DOI: 10.21681/2311-3456-2023-2-52-64.
22. Синицин А.М. Методы защиты и криптографические протоколы для встроенных электронных систем // Экономика и управление: проблемы, решения. 2024. Т. 6, № 9 (150). С. 12–23. DOI: 10.36871/ek.up.p.r.2024.09.06.002.
23. Акбарова А.Н., Ахунжанов И.Б. Обзор угроз безопасности, уязвимостей и мер противодействия интернета медицинских вещей в сетях с поддержкой 5G // Оригинальные исследования. 2023. Т. 13, № 1. С. 312–320.
24. Брониковский Е.А., Никонов В.И. Актуальные вопросы обеспечения безопасности в manet-сетях // Динамика

- систем, механизмов и машин. 2020. Т. 8, № 4. С. 113-119. DOI: 10.25206/2310-9793-8-4-113-119.
25. Новиков В.И., Каленик К.Г. Повышение безопасности криптографических стандартов // Проблемы инфокоммуникаций. 2015. № 2 (2). С. 18-22.
26. Кузьмин А.Р., Савельев М.Ф. Актуальные проблемы информационной безопасности программного обеспечения и каналов связи коммерческих беспилотных авиационных систем // Вестник Российского нового университета. Серия: Сложные системы: модели, анализ и управление. 2023. № 3. С. 157-169. DOI: 10.18137/RNU.V9I87.23.03.P157.
27. Бельский В.С., Грибоедова Е.С., Царегородцев К.Д., Чичаева А.А. Безопасность RFID-систем // International Journal of Open Information Technologies. 2021. Т. 9, № 9. С. 1-20.
28. Гончаренко В.А., Хомоненко А.Д., Абу Хасан Р. Композиционный подход к имитационному моделированию систем массового обслуживания со случайными параметрами // Информатика и автоматизация. 2024. Т. 23, № 6. С. 1577-1608. DOI: 10.15622/ia.23.6.1.
29. Куракин С.З., Онуфрей А.Ю., Разумов А.В. Исследование вариантов построения информационно-управляющих систем на основе сетевых моделей систем массового обслуживания // Информатика и автоматизация. 2024. Т. 23, № 6. С. 1609-1642. DOI: 10.15622/ia.23.6.2.
30. Нараянао Ч., Мандапати В., Бодду Б. Синергетические подходы к улучшению обнаружения вторжений в Интернет вещей (IoT): балансировка характеристик с помощью комбинированного обучения // Информатика и автоматизация. 2024. Т. 23, № 6. С. 1845-1868. DOI: 10.15622/ia.
31. Северин Д.В., Пахоменкова М.И., Дроздов Д.В. Обзор стратегий обеспечения информационной безопасности в информационных системах // Наука и бизнес: пути развития. 2019. № 10 (100). С. 137-140.
32. Тетерин М.И. Влияние киберугроз на устойчивость телекоммуникационных сетей и методы их нейтрализации // Научный аспект. 2024. Т. 48, № 6. С. 6172-6178.
33. Кандаков А.Е. Современные методы киберзащиты в нефтегазовой промышленности: обзор актуальных технологий и стратегий для защиты автоматизированных систем от кибератак // Вестник науки. 2024. Т. 4, № 5 (74). С. 1411-1417.
34. Статистика уязвимостей в 2011 году // Защита информации. Инсайд. 2012. № 3 (45). С. 70-72.
35. Задирака В.К., Кудин А.М. Особенности реализации криптографических и стеганографических систем по принципу облачных вычислительных технологий // Искусственный интеллект. 2012. № 3. С. 438-444.
36. Gavrishev A.A., Zhuk A.P., Osipov D.L. An analysis of technologies to protect a radio channel of fire alarm systems against unauthorized access // SPIIRAS Proceedings. 2016. № 4 (47). С. 28-45. DOI: 10.15622/sp.47.2.
37. Бедило М.В., Олейников В.Т., Петренко А.Н., Страхлис А.А. Угрозы безопасности полевой мультисервисной сети передачи данных // Технологии гражданской безопасности. 2024. Т. 21, № 2 (80). С. 25-31.
38. Бобков Е.О., Балашова Е.А., Крыжановский А.В. Методы и средства обеспечения сетевой безопасности в локальных вычислительных сетях // Научный альманах Центрального Черноземья. 2022. № 1-7. С. 27-41.
39. Милосердов А.О. Классификация угроз и уязвимостей в беспроводных сетях // Ученые записки УлГУ. Серия: Математика и информационные технологии. 2023. № 2. С. 72-85.
40. Зорин Е.Л., Чичварин Н.В. Информационная безопасность САИР/PLM, применяющих облачные технологии // Вопросы кибербезопасности. 2014. № 4 (7). С. 23-29.
41. Алексеев Е.К., Ошкин И.Б., Попов В.О., Смышляев С.В. О криптографических свойствах алгоритмов, сопутствующих применению стандартов ГОСТ Р 34.11-2012 и ГОСТ Р 34.10-2012 // Математические вопросы криптографии. 2016. Т. 7, № 1. С. 5-38.
42. Каменских А.Н., Наборщиков В.Г. Анализ структурно-функциональных моделей криптографических процессоров для систем «Интернета вещей» // Инновационные технологии: теория, инструменты, практика. 2020. Т. 1. С. 468-473.
43. Панин Д.Н., Козлов З.С. Информационная безопасность в сфере корпоративных сетей // Дневник науки. 2020. № 12 (48). С. 23.
44. Золотарёва С.А., Суковатицина Н.А. Информационная безопасность в условиях цифровизации экономики // Вестник науки. 2024. Т. 3, № 6 (75). С. 190-195.
45. Яковишин А.Д. Борьба с перехватом трафика RFID и дистанционного управления: методы защиты и повышение безопасности // Современные научные исследования и инновации. 2024. № 1 [Электронный ресурс]. URL: <https://web.snauka.ru/issues/2024/01/101405> (дата обращения: 10.11.2024).
46. Брюхомицкий Ю.А., Макаревич О.Б. Обзор исследований и разработок по информационной безопасности // Известия ЮФУ. Технические науки. 2010. № 11 (112). С. 6-22.
47. Верещагин К.В. Защита корпоративных сетей от DDOS-атак: современные методы и тенденции // Научный Лидер. 2023. № 47 (145). С. 12-15.
48. Матвеев А.С., Поротников П.А. Программно-аппаратные средства защиты информации в системе МВД // Современные научные исследования и разработки. 2018. Т. 2, № 5 (22). С. 371-373.
49. Тали Д.И. Модель угроз безопасности метаданным в системе электронного документооборота военного назначения // Вопросы оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму. 2020. № 1-2 (139-140). С. 95-101.
50. Маннинг Кристофер Д., Рагхаван Прабхакар, Шютце Хайнрих. Введение в информационный поиск. М.: Вильямс, 2020. 528 с.

СТАТЬИ

УДК 378.014

DOI 10.17513/snt.40281

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ФОРМИРОВАНИЯ ГОТОВНОСТИ АСПИРАНТОВ МЕДИЦИНСКОГО ВУЗА К ПРЕПОДАВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РАМКАХ ДИСЦИПЛИНЫ «ПЕДАГОГИКА И ПСИХОЛОГИЯ»**Алпатова М.П., Коломиец О.М., Алпатова А.И.**

ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский университет), Москва, e-mail: marin.alpatova@list.ru

Цель работы определена необходимостью осуществления оценки и обобщения результатов исследования, посвященного формированию готовности научно-педагогических кадров высшей медицинской школы к преподавательской деятельности. Ценностным аспектом исследования выступили качественные изменения, произошедшие в экспериментальных группах вследствие включения в образовательный процесс элементов интегративной системы, спроектированной с учетом идеи интеграции (слияния) образовательных технологий модульного, проблемного и смешанного обучения. Верификация итоговых данных аспирантов с исходными позволила идентифицировать эффективность данного внедрения в подготовку научно-педагогических кадров в высшей медицинской школе. Настоящая статья является консеквенцией проведенного авторами в 2023–2024 гг. исследования среди аспирантов 1 курса обучения Сеченовского университета разных годов набора (контрольная группа – 2022; экспериментальная 1 – 2023; экспериментальная 2 – 2024). Результаты проведенного исследования, обработка и статистический анализ данных подтверждают эффективность формирования готовности научно-педагогических кадров высшей медицинской школы к осуществлению преподавательской деятельности средствами внедрения интегративной системы. Результаты исследования способны послужить фундаментом для претворения в образовательный процесс радикально новых инструментов, обеспечивающих достижение аспирантами качественных образовательных результатов, в том числе в сфере подготовки обучающихся к деятельности преподавателя.

Ключевые слова: компетенции, качество образования, подготовка аспирантов, интегративная система, интеграция образовательных технологий, готовность к преподавательской деятельности

ASSESSMENT OF THE QUALITY OF FORMATION OF READINESS OF POSTGRADUATE STUDENTS OF MEDICAL UNIVERSITY FOR TEACHING ACTIVITY WITHIN THE DISCIPLINE OF “PEDAGOGY AND PSYCHOLOGY”**Alpatova M.P., Kolomiets O.M., Alpatova A.I.**

I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University), Moscow, e-mail: marin.alpatova@list.ru

The purpose of the study is determined by the need to evaluate and generalize the results of the research on the formation of readiness of scientific and pedagogical staff of higher medical school for teaching activity. The value aspect of the study was the qualitative changes that occurred in the experimental groups due to the inclusion in the educational process of elements of the integrative system designed with the idea of integration (fusion) of educational technologies of modular, problem-based and blended learning. Verification of the final data of postgraduate students with the initial data allowed to identify the effectiveness of this implementation in the training of scientific and pedagogical staff of higher medical schools. The present article is a consection of the research conducted by the author in the period of 2023–2024 among the 1st year postgraduate students of Sechenov University of different years of enrollment (control group – 2022; experimental group 1 – 2023; experimental group 2 – 2024). The results of the conducted research, processing and statistical analysis of the data confirm the effectiveness of the formation of readiness of scientific and pedagogical staff of higher medical school to carry out teaching activities by means of the implementation of the integrative system. The results of the study can serve as a foundation for the implementation of radically new tools in the educational process to ensure the achievement of quality educational results by graduate students, including in the field of training students to teach.

Keywords: competences, quality of education, preparation of postgraduate students for teaching activity, readiness for teaching activity, integrative system, integration of educational technologies, quality of formation of postgraduate medical students' readiness for teaching activity

Введение

Общеизвестно, что привлекательность и авторитет того или иного вуза как на территории России, так и среди зарубежных стран определяется качеством образования (профессиональной подготовки) обучающихся,

наличием у них устойчивого арсенала компетенций, составляющих их конкурентное преимущество на трудовой бирже.

Опираясь на трактование, приведенное в Федеральном законе «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 № 273-ФЗ,

под качеством образования подразумева-ется достигаемый обучающимися уровень подготовки в соответствии с заложенными в федеральных государственных стандартах компетенциями и требованиями к специалисту в той или иной области [1].

Согласно вышеуказанной формулировке любая образовательная деятельность, реализуемая в условиях подготовки кадров, в том числе научно-педагогических, должна быть подвержена оценке, определяющей выраженность ее качественных параметров.

В 2023–2024 гг. М.П. Алпатовой было проведено масштабное исследование, направленное на обеспечение подготовки аспирантов медицинского вуза к деятельности преподавателя, что продиктовано требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 3 поколения (ФГОС ВО 3++) в отношении освоения общепрофессиональной компетенции (ОПК-6) [2]. Результативность данного исследования позволит определить целесообразность внедрения в образовательный процесс высшей медицинской школы интегративной системы и инициировать поиск новых стратегий достижения качества образования.

Целью исследования является осуществление оценки и обобщения результатов исследования, посвященного формированию готовности аспирантов медицинского вуза к преподавательской деятельности.

Материалы и методы исследования

Обеспечение подготовки аспирантов Первого Московского государственного медицинского университета имени И.М. Сеченова (Сеченовский университет) к преподавательской деятельности как основополагающего компонента их готовности (профессиональной и психологической) к данному виду деятельности было осуществлено средствами внедрения в образовательный процесс (дисциплина «Педагогика и психология») экспериментальных групп (ЭГ 1 – 204 аспиранта 2023 г. набора; ЭГ 2 – 98 аспирантов 2024 г. набора), обучающихся на 1 курсе высшей медицинской школы, интегративной системы [3, с. 117], основанной на интеграции образовательных технологий (модульного, смешанного, проблемного обучения) [4, с. 89; 5, с. 86; 6, с. 234], включающей целеполагающий, организационный, деятельностный, результативный и рефлексивный этапы [7, с. 12; 8, с. 249] (табл. 1).

Таблица 1

Интегративная система подготовки научно-педагогических кадров медицинского вуза к деятельности преподавателя

Этапы	Подэтапы	Цель
Целеполагающий		Формирование у аспирантов медицинского вуза общепрофессиональной компетенции (ОПК-6) – готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования
Организационный	Диагностический	Определение стартовой базы преподавательских компетенций
	Аналитический	Анализ полученных на диагностическом подэтапе данных, определение ориентиров деятельности преподавателя (научно-теоретический, методический, психолого-педагогический векторы)
	Прогностический	Проектирование образовательных результатов для овладения обучающимися ОПК-6
	Методический	Планирование интеграции технологий модульного, проблемного, смешанного обучения для получения качественного результата в формировании компетенции ОПК-6 у аспирантов медицинского вуза
Разработка практико-ориентированной базы заданий, направленной на освоение аспирантами всех аспектов преподавательской деятельности		
Разработка фонда оценочных средств для определения уровня сформированности готовности к преподавательской деятельности		
Деятельностный		Внедрение результатов и материалов, разработанных в рамках организационного этапа в образовательный процесс
Результативный		Проведение оценки качества сформированности образовательных результатов общепрофессиональной компетенции
Рефлексивный		Анализ эффективности работы на основании отслеживания динамики показателей сформированности готовности к преподавательской деятельности

Следует отметить, что внедрение интегративной системы не предполагалось среди контрольной группы участников (далее – КГ) (аспиранты-медики 1 курса (204 чел.) 2022 г. набора).

Методы исследования, предусматривающие обработку и интерпретацию результатов, включали количественный и качественный анализ данных, статистическую их обработку с использованием критерия χ^2 Пирсона.

Результаты исследования и их обсуждение

Оценка качества формирования готовности аспирантов медицинского вуза к преподавательской деятельности была осуществлена на результативном этапе интегративной системы среди аспирантов контрольной и экспериментальных групп.

В случае сопоставления результатов контрольной группы на первоначальном и конечном этапах подтверждалось отсутствие значимых различий в распределении результатов формирования готовности к осуществлению преподавательской деятельности согласно трехкомпонентной модели (научно-теоретический, методический, психолого-педагогический компоненты), раскрывающей содержательную сторону данной деятельности.

Компарирование данных экспериментальных групп оценивалось с позиции фиксации положительного сдвига от первоначальной точки (совокупность стартовых знаний и умений в исследуемой области) до итогового результата (устойчивого показателя формирования компетенции).

Инструментом, выступающим в некотором роде «мерилом» качества формирования готовности аспирантов медицинского вуза к преподавательской деятельности, стал разработанный автором фонд оценочных средств, основанный на учете существующих способов контроля, реализуемых в рамках технологии модульного обучения – входной, промежуточный, итоговый.

Входной контроль обеспечивал диагностику первоначального уровня знаний аспирантов всех участвующих групп и представлял собой тестирование, включающее вопросы касательно теоретического, методического и психолого-педагогического векторов деятельности преподавателя (рис. 1).

Зафиксированные данные констатировали недостаточный уровень сформированности готовности обучающихся высшей медицинской школы к осуществлению преподавательской деятельности и послужили началом последующего внедрения интегративной системы в образовательный процесс высшей школы.

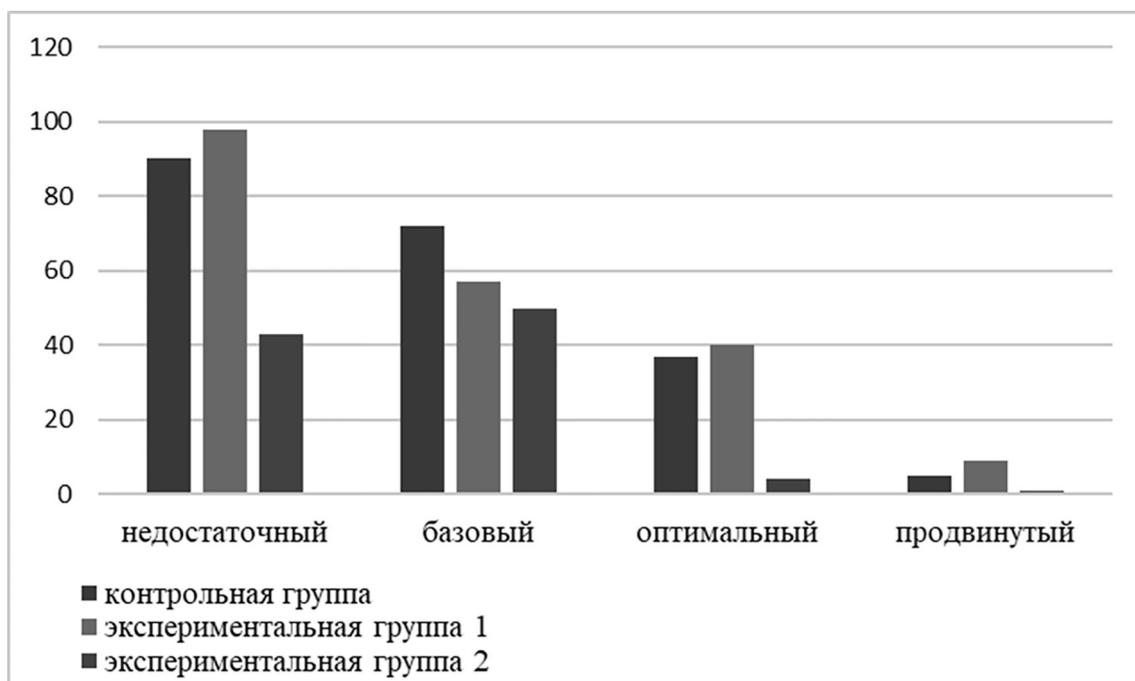


Рис. 1. Результаты входного контроля среди аспирантов медицинского вуза КГ, ЭГ 1 и ЭГ 2, чел.

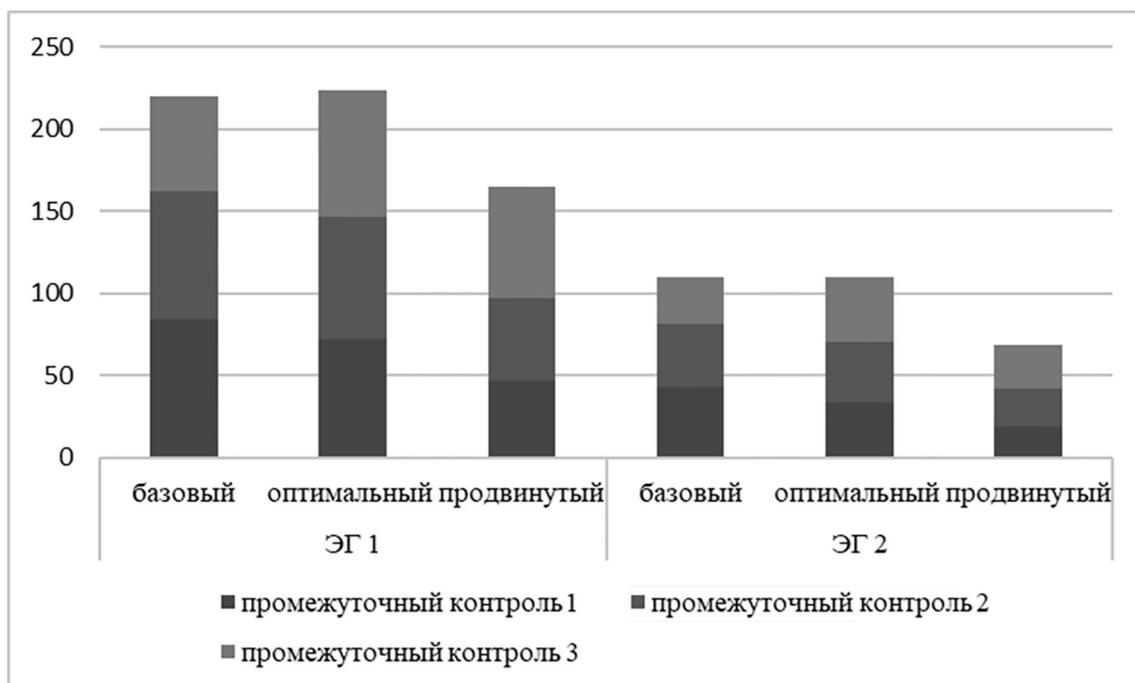


Рис. 2. Общие результаты распределения промежуточного контроля по уровням среди ЭГ 1 и ЭГ 2, чел.

Промежуточный контроль (реализован среди экспериментальных групп) способствовал оперативной оценке каждого компонента готовности к преподавательской деятельности. Параметрами оценки промежуточного (текущего) контроля выступили количественные (учет правильности ответов тестирования, включающего 10 вопросов по каждому модулю подготовки) и качественные (отражение понимания предлагаемого учебного материала в рамках подготовки) критерии и показатели, основанные на оценочной шкале с диапазоном числовых значений 0–2, где 0 – показатель отсутствия, 2 – выражен в полной мере), предусматривающие выражение их в базовом, оптимальном и продвинутом уровнях.

Представляя результаты промежуточного контроля, авторами были получены следующие данные (рис. 2).

На основании полученных данных ЭГ 1 и ЭГ 2 можно определить наличие положительной динамики оцениваемых параметров, превалирование оптимального уровня освоения компонентов, определяющих преподавательскую деятельность, что характеризует общую динамику качества формирования готовности аспирантов к преподавательской деятельности.

Итоговый контроль (реализован среди аспирантов всех групп – контрольной и экспериментальных) включал в себя комплекс вопросов, направленных на определение

уровня теоретических, методических и психолого-педагогических знаний аспирантов. Оценка готовности к преподавательской деятельности основывалась на правильности ответов по каждому из компонентов. Путем суммирования результатов определяется общий уровень готовности аспиранта к преподавательской деятельности.

Полученные в ходе проведения итогового контроля данные представлены на рис. 3.

Сопоставляя результаты КГ и ЭГ, можно отметить преобладание среди аспирантов контрольной группы недостаточного (43%) и базового (34%) уровней, тогда как среди обучающихся экспериментальных групп 1 и 2 прослеживается выраженность базового (33%) и оптимального (29%) уровней (ЭГ 1); базового (41%) и продвинутого (21%) уровней (ЭГ 2).

Статистическая обработка данных позволила получить результаты, отраженные в табл. 2 и 3.

Согласно данным оценивания распределение уровней сформированности готовности аспирантов медицинского вуза к преподавательской деятельности в контрольной группе не выявлены существенные различия (поскольку $x^2_{эмп} < x^2_{крит}$).

Достоверность статистически значимых различий распределения уровней готовности аспирантов-медиков к преподавательской деятельности подтверждается, поскольку выполняется условие $x^2_{эмп} > x^2_{крит}$.

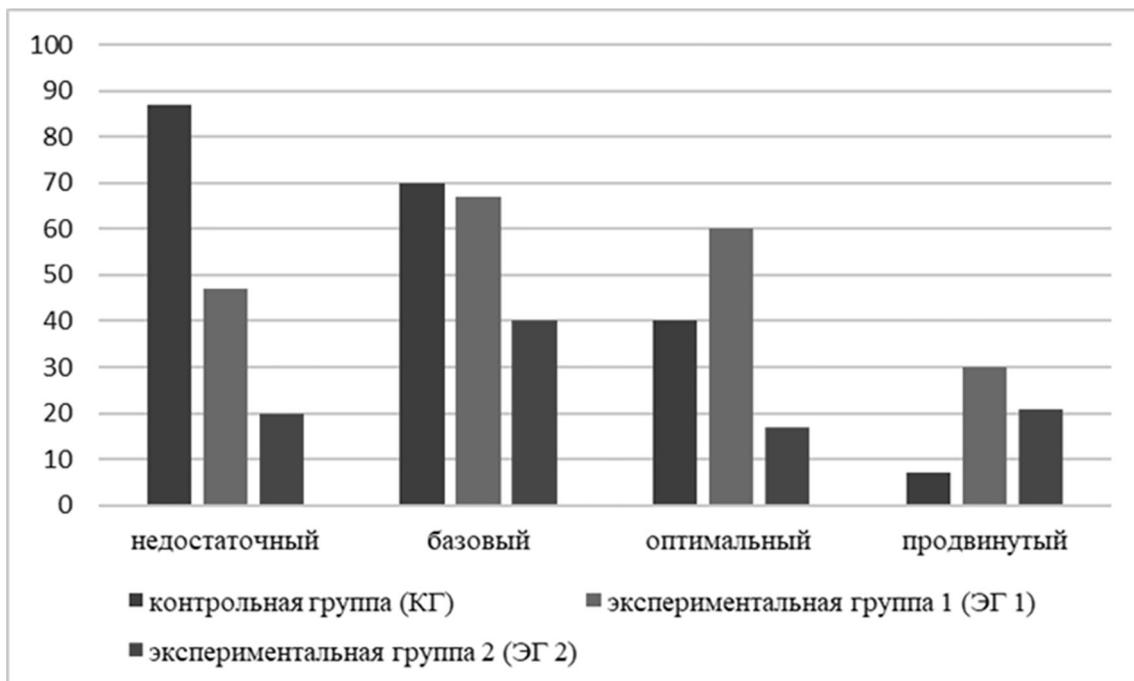


Рис. 3. Результаты итогового контроля у аспирантов медицинского вуза КГ и ЭГ, чел.

Таблица 2

Результаты оценки данных КГ

Уровень	КГ, %	КГ, %	$\chi^2_{эмп}$	$\chi^2_{крит}$ (p = 0,05)	$\chi^2_{крит}$ (p = 0,01)
	входной	итоговый			
Недостаточный	44	43	0,326	7,81	11,34
Базовый	35	34			
Оптимальный	18	20			
Продвинутый	2	3			

Примечание. df = 3; p > 0,05.

Таблица 3

Результаты оценки данных ЭГ 1 и ЭГ 2

Уровень	ЭГ 1, %		ЭГ 2, %		$\chi^2_{эмп}$	$\chi^2_{крит}$ (p = 0,05)	$\chi^2_{крит}$ (p = 0,01)
	входной	итоговый	входной	итоговый			
Недостаточный	48	23	44	20	70,03	16,91	21,66
Базовый	28	33	51	41			
Оптимальный	20	29	4	17			
Продвинутый	4	15	1	21			

Примечание. df = 9; p < 0,01.

Заключение

В результате внедрения интегрированной системы, призванной содействовать качественной подготовке аспирантов медицинского университета к преподавательской деятельности, было отмечено

достижение положительного эффекта за счет повышения уровня выраженности готовности научно-педагогических кадров высшей медицинской школы к выполнению профессиональных задач в области преподавания.

Интегративная система подготовки, разработанная и представленная автором, базирующаяся на рациональном и целенаправленном сочетании технологий в образовании, выступает в роли инструмента формирования готовности обучающихся на третьей образовательной ступени медицинского вуза к высококачественной преподавательской деятельности.

Инновационная природа интегративной системы заключается в ее оригинальном подходе к образованию, который объединяет разнообразные образовательные технологии на организационном (структурном) и содержательном (методическом) уровнях с целью достижения максимальной продуктивности учебного процесса.

Список литературы

1. Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (с изменениями на 28 декабря 2024 года) [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70191362> (дата обращения: 05.11.2024).
2. Приказ Министерства образования и науки РФ от 3.09.2014 г. № 1200 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 31.06.01. Клиническая медицина (уровень подготовки кадров высшей квалификации)» [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/70772456/?ysclid=m52d8uoxlo731719990> (дата обращения: 20.11.2024).
3. Алпатов М.П. Возможности интеграции образовательных технологий в подготовке аспирантов медицинского вуза к преподавательской деятельности // Современные наукоемкие технологии. 2024. № 8. С. 112–117. URL: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=40121> (дата обращения: 20.11.2024). DOI: 10.17513/snt.40121.
4. Косаговская И.И., Волчкова Е.В., Мадьянова В.В., Белая О.Ф. Вызовы и возможности модели смешанного обучения в системе медицинского образования // Инфекционные болезни: новости, мнения, обучение. 2021. Т. 10, № 2. С. 87–98. DOI: 10.33029/2305-3496-2021-10-2-87-98.
5. Извин А.И. Традиционные и инновационные технологии педагогического процесса в медицинских вузах // Вестник оториноларингологии. 2020. № 85 (2). С. 84–87. DOI: 10.17116/otorino20208502184.
6. Ваганова О.И., Воронина И.Р., Абрамова Н.С. Интеграция современных педагогических и информационно-коммуникационных технологий в вузе // Балтийский гуманитарный журнал. 2020. Т. 9, № 2 (31). С. 233–236. DOI: 10.26140/bgjz-2020-0902-0058.
7. Ромашин В.Н., Атаманова Г.И. Интеграционные процессы в вузе в условиях цифровизации: психолого-педагогический аспект // Международный научно-исследовательский журнал. 2022. № 7 (121). С. 7–14. DOI: 10.23670/IRJ.2022.121.7.078.
8. Алпатов М.П. Интеграция как условие качественного образовательного результата в высшей медицинской школе // Современные наукоемкие технологии. 2024. № 10. С. 246–250. URL: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=40203> (дата обращения: 20.11.2024). DOI: 10.17513/snt.40203.

УДК 372.851
DOI 10.17513/snt.40282

ФОРМИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ В КУРСЕ ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО МАТЕМАТИКЕ В 10 КЛАССЕ

Аргунова Н.В., Попова А.М., Белолубская М.В., Алексеева В.В.

ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова»,
Якутск, e-mail: nargunova@yandex.ru, poalmi@list.ru,
milena_belolyubskaya@mail.ru, valyaalexeeva2003@mail.ru

Основными целями исследования являются теоретическое обоснование, разработка и апробирование курса внеурочной деятельности, способствующего формированию информационной компетентности обучающихся. На основе теоретического анализа обосновано введение курса внеурочной деятельности по математике для обучающихся 10-го класса с применением системы компьютерной алгебры Mathcad. В ходе исследования раскрыта методика применения системы компьютерной алгебры Mathcad, охарактеризованы три уровня сформированности информационной компетентности в соответствии с выбранными критериями умения, таких как проведение информационного поиска и работа с информацией, оценка информационных ресурсов, а также критическое мышление и этическое использование информации. По мнению авторов, выделение критериального аппарата позволяет более точно определить цели и ожидания относительно сформированности информационной компетентности обучающихся, разработать более эффективную методику обучения и оценки. В статье сделан вывод, что результативность обучения математике во внеурочное время напрямую зависит от учета индивидуальных потребностей и целей обучающихся. Поэтому важно определить точные ожидания и разработать стратегию для достижения желаемых результатов, подстроить программу внеурочной деятельности под уровень знаний и умений обучающихся, чтобы они смогли извлечь максимальную пользу от использования системы компьютерной алгебры.

Ключевые слова: информационная компетентность, обучающиеся 10-го класса, внеурочная деятельность

FORMATION OF INFORMATION COMPETENCE OF STUDENTS IN THE COURSE OF EXTRACURRICULAR ACTIVITIES IN MATHEMATICS IN THE 10TH GRADE

Argunova N.V., Popova A.M., Belolyubskaya M.V., Alekseeva V.V.

North-Eastern Federal University, Yakutsk, e-mail: nargunova@yandex.ru,
poalmi@list.ru, milena_belolyubskaya@mail.ru, valyaalexeeva2003@mail.ru

The main purpose of the research is the theoretical substantiation, development and testing of a course of extracurricular activities that contribute to the formation of students' information competence. Based on the theoretical analysis, the introduction of a course of extracurricular activities in mathematics for 10th grade students using the Mathcad computer algebra system is justified. In the course of the research, the methodology of using the Mathcad computer algebra system is revealed, three levels of information competence formation are characterized in accordance with the selected skill criteria, such as conducting information search and working with information, evaluating information resources, as well as critical thinking and ethical use of information. According to the authors, the allocation of the criterion apparatus makes it possible to more accurately determine the goals and expectations regarding the formation of students' information competence, to develop a more effective teaching and evaluation methodology. The article concludes that the effectiveness of teaching mathematics outside of school hours directly depends on taking into account the individual needs and goals of students. Therefore, it is important to define precise expectations and develop a strategy to achieve the desired results, adjust the extracurricular activities program to the level of knowledge and skills of students so that they can maximize the benefits of using the computer algebra system.

Keywords: information competence, 10th grade students, extracurricular activities

Введение

В связи с обновлением Федерального государственного образовательного стандарта одним из требований к образовательным результатам является умение работать с информацией, которое служит основой для формирования информационной компетентности обучающихся. О.В. Ситосанова, В.Д. Лагерев [1], анализируя понятие «информационная компетентность», пришли к выводу, что владение ею является одним из обязательных условий для адаптации

и возможности самореализации в современном обществе. Следовательно, информационная компетентность становится неотъемлемой частью общей культуры.

Информационная компетентность выступает основой для освоения и использования информационных технологий. В своей статье В.Ю. Семикина обсуждает общие вопросы внедрения информационных технологий в процесс обучения школе и обоснованно выделяет недостаточность целостного методического обеспечения

в виде программ, методик и учебных разработок по их использованию [2]. Учителя и обучающиеся должны уметь эффективно работать с информационными технологиями, чтобы успешно осуществлять образовательный процесс.

В теории и практике для формирования компонентов информационной компетентности предлагаются различные средства информационных технологий. Тем не менее, применение информационных технологий на уроках имеет ограничения в четких временных рамках, в ресурсах образовательного учреждения и в возможностях предмета обучения, тогда как во внеурочной деятельности эти ограничения снимаются [3].

Внеурочная деятельность расширяет горизонты мышления, способствует развитию умения анализировать информацию, принимать и обосновывать решения. Это не только помогает формированию логического мышления и экспериментированию, но и позволяет видеть предметы и явления в новом свете, анализировать количественные данные, развивать навыки критического мышления.

Цель исследования: теоретически обосновать, разработать и апробировать курс внеурочной деятельности, способствующий формированию информационной компетентности обучающихся.

Материалы и методы исследования

Материалы и методы исследования включают изучение и анализ литературных источников, содержащих данные о проблеме формирования информационной компетентности обучающихся, обобщение педагогического опыта, статистическую обработку результатов эксперимента. Исследование было проведено в МАОУ НПСОШ № 2 г. Якутска, в нем принимали участие 52 обучающихся 10-го класса технологического профиля. В экспериментальную группу (ЭГ) входили 27 обучающихся, которые посещали курс внеурочной деятельности «Математика с Mathcad», в контрольную группу (КГ) – 25 обучающихся, не посетивших данный курс.

Результаты исследования и их обсуждение

В связи с расширением информационного взаимодействия людей и их доступа к информационным ресурсам в настоящее время создается информационное общество и определяется понятие «информационная компетентность». В составе любой компетентности можно выделить знания, умения и навыки. Базовым компонентом информационной компетентности являются теоре-

тические знания, позволяющие реализовать свои возможности в информационной деятельности. Основным компонентом служат умения и навыки находить, оценивать и анализировать соответствующую информацию, необходимую для принятия решений в быстро меняющихся ситуациях. Следующим компонентом являются умения, они относятся к способности эффективно применять полученные знания, умения и навыки в различных ситуациях и на их основе создавать качественно новую информацию.

Информатизация образования позволяет разрабатывать новые методы обучения и способы взаимодействия между обучающимися и педагогами, дополняя формы преподнесения информации. Использование интернет-ресурсов и цифровых технологий обеспечивает доступность знаний, предоставляет обучающимся возможность получать информацию из различных источников, расширяя их кругозор. С информатизацией образования связаны доступность технологий для всех обучающихся, необходимость обеспечения качественного контента и защиты данных. Но важно помнить, что надо грамотно интегрировать информационные технологии в учебный процесс, реализовывая в целях обучения и воспитания, чтобы извлечь максимальную пользу от информатизации образования. Например, использование при обучении математике свободного программного обеспечения может оказать влияние на ускорение процесса усвоения путем внедрения персонализированных учебных материалов, зависящих от уровня знаний и скорости усвоения знаний обучающихся.

Системы компьютерной математики позволяют исследовать и решать математические проблемы, проверять существование их решения, проводить анализ данных, моделирование, тестирование, а системы компьютерной алгебры, являясь одной из форм систем компьютерной математики, выполняют символьные вычисления, т.е. обрабатывают в символьной форме математические объекты, такие как уравнения, выражения, матрицы и т.д. Одной из таких форм является Mathcad, который позволяет вычислять математические выражения, строить графики функций, решать уравнения, интерпретируя выражения по мере их ввода и определяя наиболее эффективный способ их вычисления.

Принимая во внимание, что эффективность обучения на новом уровне образования зависит от объема знаний и умений, полученных на предыдущем уровне, проанализируем использование Mathcad при обучении в вузе. В работе [4] раскрывается

опыт применения Mathcad при решении задач математической физики, который освобождает пользователя от трудоемкой работы с дискретными представлениями математического описания. Ф.Х. Ахметова описывает методику обучения интегрированию в среде Mathcad студентов технических и физико-математических специальностей как средство для контроля и самоконтроля при решении задач на интегрирование [5]. П.И. Гниломедов раскрывает алгоритм использования встроенных математических функций, позволяющий «дифференцированно подходить к управлению учебной работой в зависимости от уровня математической подготовленности и практических умений обучающихся» [6].

На основе анализа работ по применению программной среды Mathcad разработана рабочая программа курса внеурочной деятельности «Математика с Mathcad» для обучающихся 10-х классов, рассчитанная на 16 часов.

Курс внеурочной деятельности «Математика с Mathcad» включает:

1) организацию групповых дискуссий и лекций о теоретических и исторических аспектах становления и развития систем компьютерной алгебры в науке и производстве;

2) выполнение проектов (работа с формульным редактором Mathcad, построение графиков функций одной переменной, решение уравнений с помощью встроенной функции Mathcad);

3) проведение консультаций для оказания помощи при возникновении индивидуальных затруднений, при выполнении проектов;

4) привлечение специалистов, использующих Mathcad для проведения инженерных расчетов и моделирования.

Методика применения системы компьютерной алгебры Mathcad включает в себя следующие шаги:

1) ознакомление с интерфейсом Mathcad (панели инструментов, окна для ввода и отображения математических выражений);

2) использование встроенного редактора для ввода математических выражений, формул, уравнений и текстовых комментариев в Mathcad для выполнения математических вычислений и операций;

3) создание визуальных элементов для наглядного представления результатов вычислений;

4) использование переменных и функций в математических операциях;

5) проведение практических занятий по выполнению расчетов, по моделированию систем и по анализу данных с использованием Mathcad;

6) создание отчетов на основе полученных данных и визуализацию результатов, полученных с помощью Mathcad;

7) заключительное обсуждение и подведение итогов, обмен опытом и планы по дальнейшему изучению Mathcad.

Сложность измерения уровня информационной компетентности обучающихся связана с потребностью определения критериев и уровней сформированности в результате педагогических воздействий. При этом следует учитывать возрастные особенности обучающихся, уровень подготовки, потребности и цели обучения. Критерии формирования информационной компетентности могут способствовать более эффективной подготовке обучающихся к будущей профессиональной деятельности, а также помочь им лучше понимать свои сильные и слабые стороны для дальнейшего развития.

В автореферате диссертационной работы А.В. Козыревой выделены три критерия сформированности информационной компетентности: когнитивный, операционный и поведенческий [7]. Они позволяют дифференцировать обучающихся профильных классов по трем уровням сформированности данных критериев: начальный, достаточный и нормативный. Формирование информационной компетенции студентов колледжа М.П. Русинова оценивает по трем компонентам: когнитивному; мотивационно-ценностному и эмоционально-волевому [8]. О.Н. Грибан выделяет критерии оценивания информационной компетенций и показатели сформированности информационной компетентности студентов педагогического вуза [9, с. 109]. На основе анализа вышеуказанных работ для оценки сформированности информационной компетентности обучающихся были выделены следующие критерии:

1) умение проводить информационный поиск – обучающийся способен определить источники информации, использовать различные методы поиска информации (в том числе в Интернете), а также выбирать релевантные и достоверные источники;

2) оценка информационных ресурсов – обучающийся способен оценить качество и достоверность информации, анализировать ее источники, проверять факты и данные на достоверность;

3) умение работать с информацией – обучающийся умеет систематизировать и организовывать полученную информацию, выделять основные и важные аспекты, а также применять полученные знания для решения конкретных задач;

Таблица 1

Результаты сформированности информационной компетентности обучающихся

Группа	Кол-во обучающихся	Низкий уровень				Средний уровень				Высокий уровень			
		до		после		до		после		до		после	
		Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%
КГ	27	10	37	9	33	12	44	13	48	5	19	5	19
ЭГ	25	11	44	6	24	10	40	6	24	4	16	13	52

4) критическое мышление – обучающийся способен критически мыслить относительно полученной информации, выявлять предвзятость и манипуляцию в информационных материалах;

5) этическое использование информации – обучающийся понимает этические аспекты использования информации, включая цитирование, права авторства и конфиденциальность.

Данные критерии позволяют охарактеризовать три уровня сформированности информационной компетентности: низкий, средний и высокий. Низкий уровень указывает на наличие поверхностных и фрагментарных знаний о работе с информацией, на незнание способов ее получения и применения, на отсутствие способности анализировать полученную информацию, на непонимание этических аспектов использования данных. Средний уровень характеризуется наличием ситуативного восприятия и анализа информации, знанием способов ее получения и применения, знанием основных программных продуктов, умением находить логические ошибки и несоответствия в информационных материалах. Высокий уровень определяется осознанием ценности и значимости работы с информацией, наличием системных и целостных знаний и стабильных умений при работе с информационными технологиями, наличием умения принимать решения, выбирать программу действий и применять результаты критического анализа к решению проблем, осознавая этические последствия.

Отработка критериального аппарата для оценки сформированности информационной компетентности является важным шагом для обучающихся. Это позволит более точно определить цели и результаты формирования информационной компетентности обучающихся на различных этапах обучения. Такой критериальный аппарат может способствовать разработке более эффективных методических приемов обучения и оценки, тем самым – развитию информационной компетентности обучающихся.

Сравнительные результаты диагностики сформированности информационной компетентности обучающихся 10-го класса представлены в таблице 1.

При рассмотрении порядковой шкалы с тремя градациями статистическую обработку результатов исследования провели с помощью критерия согласия Пирсона. На констатирующем этапе с целью обоснования однородности групп проведено сравнение результатов диагностики сформированности информационной компетентности, полученных до проведения внеурочного курса. Эмпирическое значение критерия $\chi^2_{\text{эмп}} = 0,264$, что меньше критического значения $\chi^2_{\text{кр}} = 5,991$ при степени свободы $\nu = 2$ и уровне значимости $\alpha = 0,05$. Следовательно, сделан вывод, что уровни сформированности информационной компетентности у обеих групп до внедрения инновационной методики значимо не различаются. Аналогичное сравнение изучаемого признака проведено после окончания курса внеурочной деятельности «Математика с Mathcad» в экспериментальной группе. Проверена гипотеза H_0 : распределения по уровням сформированности информационной компетентности значимо не отличаются от случайных, при альтернативной H_1 : распределения по уровням сформированности информационной компетентности в экспериментальной и контрольной группах значимо отличаются от случайных. Вычислено $\chi^2_{\text{эмп}} = 6,667$, что больше $\chi^2_{\text{кр}} = 5,991$, что дает основание принять альтернативную гипотезу о наличии статистически значимых различий данных, т.е. применение разработанной методики обучения способствует повышению уровня сформированности информационной компетентности у обучающихся экспериментальной группы по отношению к контрольной.

Заключение

Практика показывает, что использование во внеурочной деятельности обучающихся систем компьютерной алгебры способствует формированию информационной компетент-

ности. Проведение педагогического эксперимента позволило получить объективные данные об эффективности выбранной методики использования Mathcad и определить наиболее эффективные подходы к формированию информационной компетентности обучающихся 10-го класса. Отметим, что не менее важно подстроить программу внеурочной деятельности под уровень знаний и умений обучающихся, чтобы они смогли извлечь максимальную пользу от использования системы компьютерной алгебры.

Список литературы

1. Ситосанова О.В., Лагерева В.Д. Понятие «информационная компетентность» // Вестник Ангарского государственного технического университета. 2022. № 16. С. 258-260. DOI: 10.36629/2686-777X-2022-1-16-258-260.
2. Семикин В.Ю. Информатизация образовательного пространства школы в условиях реализации ФГОС // Современное педагогическое образование. 2023. № 9. С. 131-134. URL: <https://spo-magazine.ru/upload/iblock/ad9/uaiw0txmlynytky9ltu8xrunn8vixatn/%D0%A1%D0%9F%D0%9E%20%E2%84%969%202023.pdf> (дата обращения: 18.11.2024).
3. Абрамовских Н.В., Ильиных В.С. Формирование информационной компетентности младших школьников средствами мультимедийных технологий во внеурочной деятельности // Концепт. 2021. № 6. URL: <http://e-koncept.ru/2021/211039.htm> (дата обращения: 16.11.2024). DOI: 10.24412/2304-120X-2021-11039.
4. Шакирова Д.У., Усова Л.Б. Реализация алгоритмов математической физики в программном пакете Mathcad // Современные проблемы науки и образования. 2022. № 2. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=31661> (дата обращения: 18.11.2024). DOI: 10.17513/spno.31661.
5. Ахметова Ф.Х. Обучение студентов интегрированию в среде MathCAD // Концепт. 2017. № V8. С. 77-84. URL: <http://e-koncept.ru/2017/171012.htm> (дата обращения: 18.11.2024). DOI: 10.24422/MCITO.2017.V8.6989.
6. Гниломедов П.И. Методические особенности применения программной среды Mathcad в условиях ограниченного учебного времени // Современные проблемы науки и образования. 2023. № 4. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=32715> (дата обращения: 18.11.2024). DOI: 10.17513/spno.32715.
7. Козырева А.В. Педагогические условия формирования информационной компетентности учащихся профильных классов средней школы: автореферат дис. ... канд. пед. наук. Орел, 2010. 24 с.
8. Русинова М.П., Югова Е.А., Кириллов В.А. Формирование информационной компетенции у студентов колледжей в процессе изучения дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» с использованием платформ дистанционного обучения // Современные проблемы науки и образования. 2020. №1 URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=29561> (дата обращения: 12.11.2024). DOI: 10.17513/spno.29561.
9. Грибан О.Н. Формирование информационной компетентности студентов педагогического вуза: монография. Екатеринбург: изд-во Урал. гос. пед. ун-та. 2015. 162 с. URL: <http://elar.uspu.ru/bitstream/uspu/5968/1/mon00088.pdf> (дата обращения: 10.11.2024).

УДК 378.4:378.12

DOI 10.17513/snt.40283

СОВРЕМЕННЫЕ ЦИФРОВЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБЛАСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ВУЗАХ РОССИИ И БЕЛОРУССИИ

¹Астратова Г.В., ^{2,3}Измайлов А.М., ⁴Ермолина Л.В.

¹ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Екатеринбург, e-mail: galina_28@mail.ru;

²ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики», Самара;

³ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Самара, e-mail: airick73@bk.ru;

³ФГАОУ ВО «Самарский государственный экономический университет», Самара, e-mail: ermolina@mail.ru

Цель исследования – осуществление научного анализа имеющихся на сегодняшний день цифровых образовательных технологий, фигурирующих в области получения экологического образования в вузах России и Белоруссии. Авторами в рамках представленного исследования проведен опрос в Google Docs 1631 студента; изучено отношение к цифровым образовательным технологиям и к процессу экологического воспитания. Исследование выявило как положительные результаты (хорошее отношение студентов к EdTech), так и недостатки (не все преподаватели умеют пользоваться EdTech; многие студенты не обладают достаточными знаниями в области цифровых технологий, зачастую выбор программного продукта создавал организационные и технические трудности). Авторами было изучено отношение студентов к цифровым образовательным технологиям в целом и в процессе экологического воспитания в частности. Проведенное исследование показывает, во-первых, что студенческая молодежь в целом положительно воспринимает EdTech в рамках системы высшего образования. Во-вторых, некоторые преподаватели пока не в полной мере способны использовать EdTech для организации образовательного процесса онлайн на том же качественном уровне, что и офлайн. В-третьих, многие студенты сами признаются, что пока недостаточно владеют компьютерными технологиями для полноценного освоения образовательной программы дистанционно. В-четвертых, зачастую выбор программного продукта для онлайн-занятий осуществлялся самим преподавателем или студентом, что само по себе создавало определенные организационные и технические трудности. В то же время существует широкий спектр EdTech, которые, по мнению авторов, имеют весьма серьезные перспективы развития. Это касается, прежде всего, цифровых лабораторий и виртуальных экологических симуляторов, которые позволяют моделировать определенные ситуации и демонстрировать их студентам для более эффективного освоения образовательной программы.

Ключевые слова: высшее образование, образовательные технологии, цифровые технологии, экологическое образование, цифровые образовательные технологии, EdTech, экологическое воспитание, экологическое мышление, высшее экологическое образование

Работа выполнена по гранту № 23-28-00853 Российского научного фонда; Конкурс 2022 г. «Проведение фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований малыми отдельными научными группами»; тема: «Механизмы развития сложных социально-экономических систем в новых экономических условиях: Союзное государство России и Белоруссии; научно-исследовательский сектор; высшее образование и рынок труда в цифровой экономике».

MODERN DIGITAL EDUCATIONAL TECHNOLOGIES IN THE FIELD OF ECOLOGICAL EDUCATION IN UNIVERSITIES OF RUSSIA AND BELARUS

¹Astratova G.V., ^{2,3}Izmaylov A.M., ⁴Ermolova L.V.

¹Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Yekaterinburg, e-mail: galina_28@mail.ru;

²Volga Region State University of Telecommunications and Informatics, Samara, e-mail: airick73@bk.ru;

³Samara State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Samara, e-mail: airick73@bk.ru;

⁴Samara State University of Economics, Samara, e-mail: ermolina@mail.ru

The purpose of the study: to carry out a scientific analysis of the currently available digital educational technologies used in environmental education in universities in Russia and Belarus. As part of the presented study, the authors conducted a survey of 1,631 students in Google Docs; the attitude towards digital educational technologies and the process of environmental education was studied. The study revealed both positive results (the good attitude of students towards EdTech) and shortcomings (not all teachers know how to use EdTech; many students do not have sufficient knowledge in the field of digital technologies, often the choice of a software product created organizational and technical difficulties). The authors studied the attitude of students towards digital educational technologies in general and in the process of environmental education in particular. The study shows, firstly, that students generally perceive EdTech positively within the higher education system. Secondly, some teachers are not yet fully capable of

using EdTech to organize the educational process online at the same quality level as offline. Thirdly, many students themselves admit that they do not yet have sufficient computer technology skills to fully master the educational program remotely. Fourthly, the choice of software for online classes was often made by the teacher or student themselves, which in itself created certain organizational and technical difficulties. At the same time, there is a wide range of EdTech, which, in the author's opinion, have very serious development prospects. This applies, first of all, to digital laboratories and virtual environmental simulators, which allow you to model certain situations and demonstrate them to students for more effective mastery of the educational program.

Keywords: higher education, educational technologies, digital technologies, digital educational technologies, EdTech, environmental education, environmental upbringing, environmental thinking, higher environmental education

The work was carried out under grant No. 23-28-00853 of the Russian Science Foundation; Competition 2022 "Conducting fundamental scientific research and exploratory scientific research by small individual scientific groups"; topic: "Mechanisms for the development of complex socio-economic systems in new economic conditions: the Union State of Russia and Belarus; research sector; higher education and the labor market in the digital economy".

Введение

Сегодня одним из стратегически важных вопросов образования является экологическое воспитание – формирование экологического сознания, целостного экологического мировоззрения у подрастающего поколения [1; 2]. Это связано прежде всего с тем, что Декларация тысячелетия ООН провозглашает в числе основополагающих общечеловеческих ценностей «уважение к природе» и заявляет: «Необходимо проявлять бережное отношение ко всем живым видам и природным ресурсам в соответствии с заветами устойчивого развития. Только так можно сохранить и передать нашим потомкам неизмеримые богатства, предоставленные нам природой. Существующие неустойчивые модели производства и потребления должны быть изменены в интересах нашего будущего благополучия и благополучия наших потомков» [3, с. 3]. Экологическое состояние планеты Земля сегодня находится в зоне серьезного риска, связанного, прежде всего, с жизнедеятельностью и развитием человеческого общества. Во многом стремительное развитие социально-экономических отношений, построенных на основе технического прогресса, существенно ухудшает состояние окружающей среды. Эта тенденция особенно проявилась в конце XIX в. и приобрела наиболее серьезные масштабы с развитием технологий в XX в. [4]. В середине XX в. стало окончательно ясно, что воздействие промышленного развития в мегаэкономических масштабах наносит планете непоправимый ущерб и странам пора договориться между собой о координации политики в отношении окружающей среды в целом. Так, в 1972 г. состоялась первая в своем роде Международная конференция по окружающей среде (Стокгольмская конференция), по итогам которой была принята декларация, определяющая ключевые аспекты экологической политики на международном уровне [3]. Однако позднее, на Междуна-

родной конференции ООН по окружающей среде и развитию, состоявшейся в Рио-де-Жанейро в 1992 г., было отмечено, что экологическая ситуация не только не улучшилась, но и стала еще хуже [5]. Такое положение дел потребовало новых подходов к назревающей глобальной проблеме планетарного характера.

Одним из наиболее эффективных путей решения назревшей экологической катастрофы стало формирование экологического мышления у людей начиная со школьного возраста, что предполагало интеграцию экологической составляющей в систему школьного и последующего образования. С одной стороны, по замыслу, постоянное, целенаправленное воспитание экологической ответственности у индивида может минимизировать негативный эффект присутствия человека в экосфере. С другой стороны, использование подходов, изложенных в рамках международных конференций, со временем сформировало установки на экологизацию образа жизни и производственных процессов, что требует адекватного отражения в образовательном процессе. Под экологическим образованием понимается «целенаправленный, непрерывный и комплексный процесс обучения и воспитания граждан в целях формирования у них экологической культуры [6; 7], взаимодействия в системе «человек – общество – природа»; процесс, направленный на формирование ценностных ориентаций и норм поведения (социально ценного опыта) в области культурного природопользования и охраны окружающей среды; процесс и результат – усвоение систематизированных знаний, навыков и умений в области воздействия на окружающую среду, состояния окружающей среды и последствий ее изменения [2]. Термин «экологическое образование», как известно, был введен на конференции, организованной Международным союзом охраны природы (МСОП) в 1970 г. [2]. Причем экологическое обра-

зование предполагалось внедрять в первую очередь на уровне дошкольного и школьного образования в целях воспитания экологически безопасного поведения человека [1]. Однако вопросам экологического образования учащихся уделяется незаслуженно мало внимания [6–8]. Хотя доказано, что, с одной стороны, изменение мировоззрения студентов «...в процессе использования широкого спектра практических экологических заданий (экспедиции, походы, экскурсии, работа на сельскохозяйственных предприятиях и мусороперерабатывающих заводах)» [8, с. 273] позволяет формировать навыки и воспитывать экологичное поведение человека как потребителя. С другой стороны, роль университетов в разработке экологических стратегий и практик в цепочках поставок государственного сектора огромна [9; 10].

Следует отметить, что современная система образования в целом и высшая школа в частности, как в России, так и в Белоруссии, находятся в условиях активного внедрения цифровых технологий [11–13]. Анализ ключевых процессов, происходящих в этой сфере, ставит следующий вопрос: если система образования, включая школы и вузы, выступает плацдармом для формирования экологического образования человека, то каким образом этот процесс влияет на столь значимый сегодня мегатренд цифровизации?

Именно попытка ответить на этот вопрос стала целью проводимого исследования, результаты которого изложены ниже.

Цель исследования – провести анализ современных цифровых образовательных технологий в области экологического образования в вузах Российской Федерации и Республики Беларусь.

Материалы и методы исследования

Методологической основой исследования стали опубликованные в открытом доступе труды российских и зарубежных ученых и практиков по современным цифровым образовательным технологиям в сфере экологического образования и воспитания в вузах. Несмотря на дискуссионность категориального аппарата по заявленной проблематике, мы считаем, что цифровые образовательные технологии (англ. Education Technology, или EdTech) – это «совокупность методов, методик и инструментов, а также и процесс применения этого инструментария как способ организации учебного процесса на базе применения различных видов электронных систем» [14].

В исследовании применялись методы анализа и синтеза, систематизации и сравнения, логического анализа, а также методы экономико-статистического анализа и он-

лайн-опрос студентов по проблеме цифровых технологий (далее – ЦТ) в сфере высшего образования. Обработка данных опроса проводилась с использованием Google Docs, Microsoft Excel и Statistica.

Разработана и размещена в Google Docs анкета с использованием стандартных процедур измерения и шкалирования. Анкета состояла из двух блоков: 1) основной контент (34 вопроса); 2) личные вопросы (7 вопросов). Исследование проводилось в период с сентября 2023 г. по февраль 2024 г. с использованием e-mail рассылок и размещения ссылок на анкету в Google Docs в социальных сетях (ВКонтакте, WhatsApp). В опросе приняли участие студенты вузов из разных городов России – от Владивостока до Калининграда. В большей степени в исследовании приняли участие жители мегаполисов (40,3%), областных центров (30,7%) и малых городов (22,1%). Количество опрошенных – 1631 чел., из них девушки – 64,5%, юноши – 35,5%. Подавляющее большинство респондентов на момент проведения исследования находились в возрасте от 19 до 20 лет (38,4%), 33,2% респондентов – от 16 до 18 лет, а 17,9% – от 21 до 22 лет. Остальные возрастные диапазоны представлены меньшими долями. Поскольку большинство участников исследования относятся к категории студентов, отметим, что 45% из них обучаются на бюджетной (бесплатной) форме обучения, остальные участники (55%) либо оплачивают свое обучение самостоятельно, либо обучаются за счет средств каких-либо организаций.

Результаты исследования и их обсуждение

Внимание к экологическому образованию, воспитанию и экологической культуре закреплено в главном документе Российской Федерации – Конституции Российской Федерации. Принятые в 2020 г. изменения в Конституцию обязывают Правительство принимать меры по сохранению природных богатств и биологического разнообразия России, а также меры по снижению негативного воздействия на окружающую среду. Так, в статье 114 Конституции указано, что Правительство Российской Федерации создает условия для развития системы экологического образования и воспитания граждан, а также воспитания экологической культуры. Для обеспечения реализации данной статьи главного закона страны утверждена Концепция экологического образования в системе общего образования (далее – Концепция), то есть применительно к совокупности дошкольных образовательных учреждений, общеобразовательных

школ, школ-интернатов, детских домов, образовательных учреждений для детей. Изучение молодыми людьми в том числе и дисциплин по экологии является весьма существенным шагом в процессе формирования личности современного человека, обладающего полноценным пониманием своей экологической ответственности, а также сокращения негативного воздействия на окружающую среду [7; 15; 16]. Связь экологического образования и экологического воспитания несомненна: их идеи и направленность результатов определяют и дополняют друг друга [6; 7; 17]. Однако утвержденная Концепция не распространяет свое действие на систему высшего образования как полноценный элемент формирования личности любого члена общества. Кроме того, в настоящее время в Российской Федерации действует ряд документов, имеющих непосредственное отношение к экологическому образованию и экологическому воспитанию: «Стратегия развития образования в Российской Федерации на период до 2025 года», «Концепция перехода Российской Федерации к устойчивому развитию» и др. Однако в перечисленных государственных документах либо вообще ничего не говорится о системе экологического образования, либо говорится только применительно к системам общего и дополнительного образования. В этой связи можно сделать вывод, что экологическое образование в системе высшего образования в настоящее время не включено в орбиту концептуального регулирования в русле развития экологического воспитания в Российской Федерации. Хотя в то же время можно сказать, что система высшего образования имеет весьма серьезный потенциал в формировании экологического мышления у членов общества. В этой связи авторы настоящей статьи акцентируют свое внимание на системе высшего образования как на одном из ключевых элементов формирования экологического мышления и реализации политики экологического воспитания. В качестве ключевой цели, которую преследует экологическое образование сегодня, выступает формирование у учащихся образовательных учреждений разного уровня экологического мышления, которое позволяет им руководствоваться в своей повседневной деятельности не только своими собственными интересами, но и интересами будущих поколений [2].

Профильное экологическое образование в вузах Российской Федерации предполагает выбор нескольких возможных специальностей, среди которых: экология и природопользование, природопользова-

ние и экологическая безопасность, радио-экология, землеустройство и биологический контроль окружающей среды, природопользование и др. На сегодняшний день, по данным различных аналитических агентств, в Российской Федерации от 129 до 142 вузов реализуют программы подготовки студентов по экологическому направлению. Каждое из выделенных направлений экологического образования в контексте российской системы высшего образования предполагает использование самых современных разработок в области педагогической практики и дистанционного обучения в целях обеспечения качественной подготовки специалистов, соответствующих современным требованиям рынка труда [11, 18]. Так, сегодня в образовательном процессе активно используются онлайн-курсы и дистанционное обучение, виртуальная реальность, мобильные приложения и игры для обучения, а также адаптивные технологии, подстраивающиеся под уровень знаний каждого студента. Также все большую популярность приобретают методы обучения с использованием искусственного интеллекта и машинного обучения. В табл. 1 представлены наиболее распространенные виды (группы) EdTech, используемые в экологическом образовании в высших учебных заведениях.

Как видно из табл. 1, цифровизация открывает широкие возможности для развития экологического образования в вузах страны. Более того, на сегодняшний день существует целый ряд различных групп EdTech, уже интегрированных в систему высшего образования [19]. В частности, эксперты выделяют следующие возможности и основные тренды дальнейшего развития EdTech:

- «ажитаж обучения на IT-специальности;
- повышение роли и важности проектов по цифровой грамотности;
- интерес к онлайн-обучению по освоению российского программного обеспечения и сервисов;
- укрупнение рынка и конкуренция экосистем;
- подготовка рабочих профессий;
- совместные программы онлайн-школ и вузов;
- повышение актуальности обучения по коротким программам;
- коллаборации бизнеса и государства для реализации госпрограмм и просветительских мероприятий для населения;
- фокус на отраслевых специалистов на стыке традиционных отраслей и новых технологий – например, Data Science в медицине, ИИ в промышленности» [19, с. 155].

Таблица 1

Анализ актуальности типов EdTech, используемых в экологическом образовании в российских и белорусских вузах, составлен авторами на основе собственного опыта, изучения различных литературных источников и экспертного опроса (N = 163)

№ п/п	Тип цифровой образовательной технологии	Функция	Актуальность типов EdTech, в баллах, где 5 – max, 1 – min
1.	Виртуальные туры и моделирование окружающей среды	Возможность виртуального погружения обучающихся в искусственные экологические среды с целью изучения существующих вариаций экосистем, флоры и фауны, а также моделирования возможных сценариев их развития	4,7
2.	Онлайн-курсы и вебинары	Создание интернет-сообществ для студентов и преподавателей для обмена информацией, идеями, образовательными материалами и опытом в области экологии и устойчивого развития	4,8
3.	Мобильные приложения и сенсорные технологии	Возможность сбора первичных данных об окружающей среде для дальнейших научных исследований и образовательных процессов с использованием мобильных устройств, гаджетов и т.п.	3,9
4.	Интерактивные образовательные платформы	Возможность интерактивного формирования и выполнения различных учебных экологических заданий	4,4
5.	Цифровые лаборатории и моделирование	Возможность моделирования окружающей среды в цифровом пространстве в цифровых лабораториях с целью изучения экологических процессов и проведения всевозможных экспериментов без использования реальных ресурсов	4,9
6.	Электронные учебники и ресурсы	Цифровые учебники и ресурсы включают интерактивную графику, анимацию, видео и тесты, которые помогают учащимся более эффективно усваивать экологические концепции	3,2
7.	Социальные сети и сетевые платформы для обмена знаниями	Возможность общения как между преподавателем и студентами, так и между самими студентами в рамках разработки экологической образовательной программы	4,7
8.	Геоинформационные системы	Они позволяют учащимся и преподавателям анализировать и визуализировать пространственные данные об экологических процессах, картировать природные ресурсы, управлять окружающей средой и принимать решения на основе данных	4,6
9.	Облачные технологии для совместной работы и обмена данными	Они позволяют учащимся и преподавателям иметь совместный доступ к информации, переведенной в электронную форму, независимо от геолокации и времени	4,9

Особое место занимают цифровые лаборатории (DL) и виртуальные симуляторы (VS), имеющие ряд преимуществ перед другими EdTech: безопасность, доступность, интерактивность, обучение на расстоянии и экономическая эффективность. Внедрение DL и VS требует покупки специальных программ (Cisco Packet Tracer, Eve-Ng Professional Edition, Virtual Box и др.), а также соответствующего оборудования, доступа в интернет и цифровых компетенций преподавателей [20; 21].

Однако в то же время стоит отметить, что с момента появления EdTech прошло

совсем немного времени, и многим технологиям (в том числе DL и VS) необходимо время для психологической и технической адаптации, а также и для полной интеграции в процесс обучения. Учитывая скорость развития современных технологий, можно предположить, что в обозримом будущем количество видов EdTech, используемых в высшей школе, будет увеличиваться, а их качество повышаться [21; 22]. На фоне всевозможных вариаций цифровых образовательных систем важным средством педагогического сотрудничества (общения, взаимодействия) преподавателя и студента

в настоящее время становится виртуальное образовательное пространство, инновационные учебно-методические комплексы, в том числе сетевая дистанция [10–12].

В числе проблем использования EdTech в вузах РФ стоит отметить, что характер и уровень цифровизации и материального обеспечения образовательных учреждений и цифровых образовательных лабораторий, а также и цифровых образовательных продуктов весьма неоднородный [14; 19; 22]. Это приводит в том числе и к особой уязвимости высшего образования к кибератакам [23]. Также в числе проблем применения EdTech можно назвать и разные позиции относительно организации онлайн-обучения и роли учителя/преподавателя/тьютора в условиях цифровизации образования [22; 23]. Например, есть мнения, что при обучении с применением онлайн-курсов необходима система различных метрик (например, контроля качества освоения курса, оценки сформированности компетенций у обучающегося, уровня цифровых компетенций и т.п.), а также должны быть регламенты, касающиеся требований к онлайн-курсу по структуре, формам, методам и т.п. [14; 22; 24]. Также высказывается весьма дискуссионная идея организации повсеместной государственной экспертизы качества онлайн-курсов [14; 19]. Наконец, отраслевая адаптация онлайн-курсов (в том числе применительно к экологическому и биологическому образованию в российских вузах) тоже является одной из проблем реализации EdTech [25].

По мнению авторов, одним из наиболее эффективных инструментов выявления отношения студентов к современным EdTech

и сетевой дистанции является социологический опрос. В связи с этим кафедрой интегрированных маркетинговых коммуникаций и брендинга Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина (Российская Федерация) был инициирован анонимный опрос с целью выявления особенностей поведения студентов как потребителей рынков образовательных услуг в условиях цифровой экономики и новых глобальных вызовов. Это позволило сформулировать ряд определенных выводов, касающихся в том числе современных EdTech в сфере экологического образования в вузах. Анализ первичных данных позволил ответить на вопрос, что, по мнению студентов, дает использование ЦТ в высшей школе (табл. 2).

По мнению студентов университета, использование EdTech, прежде всего, позволяет повысить эффективность образовательного процесса (68,5%), облегчить процесс поиска необходимой информации (60%), улучшить качество образования (54,1%), а также использовать новые возможности для интерактивного общения (46,7%). Делая вывод из спектра полученных ответов на вопрос, можно сказать, что в большинстве своем студенты склонны положительно оценивать перспективы использования EdTech и отмечают возможность повышения качества процесса обучения благодаря таким технологиям. Однако стоит отметить, что помимо положительной оценки использования EdTech встречаются и скептические оценки. Так, возможны трудности в освоении нового материала, сокращение численности преподавателей, а также вероятность ухудшения качества обучения студентов.

Таблица 2

Распределение ответов студентов на вопрос о том, что дает использование EdTech в высшем образовании

№ п/п	Вариант ответа	Абсолютное число респондентов (всего, N = 1631)	Процент ответов (в %)
1.	Повышение эффективности образовательного процесса	1118	68,5
2.	Сократить количество учителей	240	14,7
3.	Улучшить качество образования	882	54,1
4.	Создают трудности в освоении образовательных технологий	223	13,7
5.	Увеличить количество студентов	421	25,8
6.	Систематизировать документооборот	615	37,7
7.	Для облегчения процесса поиска необходимой информации	978	60,0
8.	Используйте новые возможности для интерактивного общения	762	46,7
9.	Другие ответы	3	около 0,1

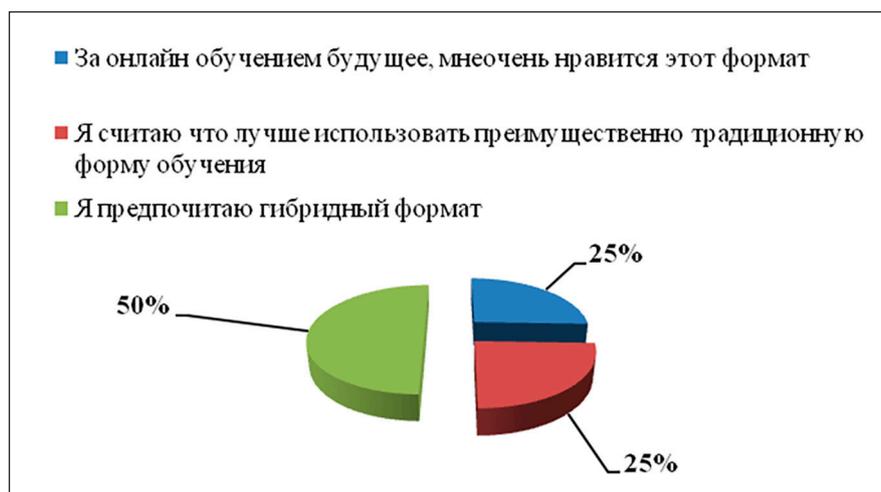


Рис. 1. Распределение ответов на вопрос об отношении респондентов к дистанционному обучению (N = 1631)

Одним из самых распространенных видов EdTech, используемых в вузах на современном этапе, является дистанционное обучение. Во многом популяризации и окончательной интеграции данного вида EdTech в образовательный процесс способствовало появление новой коронавирусной инфекции COVID-19, повлекшей вынужденную самоизоляцию. К настоящему времени проведено достаточно большое количество исследований, посвященных анализу успешности интеграции дистанционного обучения в образовательный процесс. Авторы также не обошли стороной такую возможность (рис. 1).

Как видно из рис. 1, мнения «за» и «против» относительно дистанционного образования разделились поровну (по 25%), при этом половина опрошенных высказалась за одобрение гибридной формы обучения, в которой гармонично сочетаются как очная, так и дистанционная формы обучения. Дистанционная форма обучения предполагает использование программных продуктов, позволяющих осуществлять видеоконференцсвязь между преподавателем и обучаемыми. На сегодняшний день существует множество различных программных продуктов, позволяющих создавать такие связи, но среди общего спектра респонденты выделили ряд наиболее популярных: Microsoft Teams (36,6%), Zoom (38,3%), Moodle (21,1%), Vkontakte (14,7%), Skype (14,1%), Skyeng (9,3%), WhatsApp (8,4%), Viber (5,3%) и др. Учитывая скорость развития EdTech и программных продуктов, подобных тем, которые выделили участники опроса, можно предположить, что в обозримом будущем

появится один или несколько видов базовых EdTech, в том числе в рамках экологического образования, объединяющих весь спектр функционала, необходимого для качественного освоения образовательного процесса в дистанционном формате. Однако, несмотря на достаточно широкий спектр EdTech, позволяющих организовать процесс дистанционного обучения в вузе, все же можно выделить ряд проблем, которые сегодня серьезно затрудняют распространение и адаптацию EdTech в вузах в целом и в сфере экологического образования и воспитания в частности (табл. 3).

Как видно из табл. 3, среди основных трудностей использования EdTech при реализации дистанционного обучения в вузе респонденты выделили следующие как наиболее актуальные:

1. Сложность выполнения практических заданий без объяснения со стороны преподавателя (37,1%) и большой объем заданных материалов (38,0%).

2. Несвоевременная сдача преподавателями материалов и заданий (23,9%) и трудности подключения студентов к процессу дистанционного обучения (23,8%).

3. Недостаточный уровень владения преподавателем компьютерными технологиями (22,3%) и др.

Стоит отметить, что в одном из более ранних исследований авторов, посвященных проблемам дистанционного образования среди вузов Самарской области (2022 г.), были выявлены схожие проблемы в организации процесса обучения среди респондентов [12]. Аналогичные результаты были получены и в ходе всероссийского опроса авторов в первой половине 2023 г. [10].

Таблица 3

Распределение ответов студентов на вопрос о том, с какими трудностями они столкнулись в процессе дистанционного обучения в вузе

№ п/п	Вариант ответа	Абсолютное число респондентов (всего, N = 1631)	Процент ответов (в %)
1.	Недостаточные знания компьютерных технологий	346	21,2
2.	Сложность выполнения практических заданий без объяснений преподавателя	605	37,1
3.	Большое количество указанных материалов	619	38,0
4.	Несвоевременная сдача материалов и заданий преподавателями	389	23,9
5.	Слабое знание языка, на котором ведется дистанционное обучение	162	9,9
6.	Недостаточный уровень владения компьютерными технологиями у преподавателя	363	22,3
7.	Трудности подключения студентов к процессу дистанционного обучения	388	23,8
8.	Недостаточное количество онлайн-материалов, предоставляемых преподавателем	260	15,9
9.	Несвоевременное подключение студентов к процессу дистанционного обучения	243	14,9



Рис. 2. Распределение ответов на вопрос об оценке работы педагогического состава в рамках дистанционного обучения (N = 1631)

Это говорит о том, что, несмотря на достаточно широкую популярность использования EdTech в образовательном процессе в вузах, ключевые проблемы по-прежнему остаются прежними. По мнению авторов, одним из важнейших параметров, отражающих уровень развития EdTech, является оценка работы преподавателя как ключевого элемента планирования, организации и реализации режима дистанционного обучения (рис. 2).

Из рис. 2 следует, что более трети опрошенных (41%) оценивают работу преподавателей как отличную и понятную, при этом чуть менее трети опрошенных (31%) считают, что преподавательский состав работает хорошо, но все же им хотелось бы больше дополнительных материалов по изучаемым темам. Около пятой части опрошен-

ных (22%) оценили работу преподавателей как удовлетворительную, так как респонденты не в полной мере осваивают материал в режиме онлайн. И только 6% опрошенных оценили работу преподавателей как плохую и очень плохую. Основной причиной такой оценки они считают невозможность понять и усвоить преподаваемый в электронном виде материал.

Сочли необходимым отметить, что существует ряд очевидных проблем, связанных с отсутствием экологического воспитания в вузах.

Во-первых, при ответе на открытый вопрос «В какой сфере, по Вашему мнению, будет наиболее эффективно применение цифровых технологий?» ни один из опрошенных не указал сферу «экология».

Во-вторых, при ответе на открытый вопрос «Какие инструменты необходимы для эффективного взаимодействия ученых, разработчиков, производителей, посредников, потребителей и государства в условиях новых экономических вызовов?» никто из респондентов не указал «охранять природу» или «ограничивать избыточное производство товаров» и т.д.

В-третьих, при ответе на открытый вопрос «Какие, по Вашему мнению, компетенции сотрудников сегодня особенно востребованы на рынке труда?» никто из респондентов не указал «бережное отношение к природе/окружающей среде/экологии», или «бережливое производство», или «ресурсосбережение».

В-четвертых, при ответе на открытый вопрос «Что для Вас самое главное в жизни?» никто из респондентов не указал «экологически чистая среда» или «природа» и т.д.

Все это говорит о том, что экологическое воспитание в вузах – это проблема и ее нужно решать. В этой связи на пути перехода вузов к статусу «зеленых», к системе UI Green Metric, внедрение цифровых образовательных технологий, обучающих бережному отношению к окружающей среде, может стать «...идеальным механизмом теоретического и практического экологического образования и воспитания сегодня» [8, с. 273]. В заключение можно сказать, что все же подавляющее большинство опрошенных положительно оценивают работу профессорско-преподавательского состава с использованием современных цифровых информационных технологий, но при этом считают, что этот процесс можно было бы сделать еще более эффективным с точки зрения качества EdTech.

Заключение

Значимость экологического образования и экологического воспитания сегодня, особенно в системе высшего образования, может быть все еще недооценена большинством членов общества. В большинстве случаев экологические проблемы не входят в орбиту повседневных проблем граждан, но в то же время стратегически эта категория проблем может существенно повлиять на жизнь всех людей в будущем.

Авторами было изучено отношение студентов к цифровым образовательным технологиям в целом и в процессе экологического воспитания в частности. Проведенное исследование показывает, во-первых, что студенческая молодежь в целом положительно воспринимает EdTech в рамках системы высшего образования. Во-вторых, некоторые преподаватели пока не в пол-

ной мере способны использовать EdTech для организации образовательного процесса онлайн на том же качественном уровне, что и офлайн. В-третьих, многие студенты сами признаются, что пока недостаточно владеют компьютерными технологиями для полноценного освоения образовательной программы дистанционно. В-четвертых, зачастую выбор программного продукта для онлайн-занятий осуществлялся самим преподавателем или студентом, что само по себе создавало определенные организационные и технические трудности. В то же время существует широкий спектр EdTech, которые, по мнению авторов, имеют весьма серьезные перспективы развития. Это касается, прежде всего, цифровых лабораторий и виртуальных экологических симуляторов, которые позволяют моделировать определенные ситуации и демонстрировать их студентам для более эффективного освоения образовательной программы.

В данной связи авторы рекомендуют весьма активно использовать DL и VS, чтобы эффективнее осуществлять профессиональную адаптацию обучающихся и подготовку их к жизни в высокотехнологичной цифровой среде. В то же время дальнейшее развитие цифровых лабораторий и виртуальных симуляторов заслуживает внимания и дальнейшей проверки на практике ученых различных отраслей знания, как педагогов, экологов и биологов, так и специалистов по цифровым технологиям.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Список литературы

1. Казарцева Т.Б., Дудова Е.В. Инновационные технологии в экологическом воспитании дошкольников // Современные исследования. 2018: Материалы Международной (заочной) научно-практической конференции / Под общ. ред. А.И. Вострецова. Нефтекамск, Республика Башкортостан, Российская Федерация: Научно-издательский центр «Мир науки» (ИП Вострецов Александр Ильич), 2018. С. 55–61.
2. Гришаева Ю.М. Гуманитарные технологии в экологическом образовании студентов вуза // Вестник Международной академии наук (Русская секция). 2011. № 1. С. 13–19.
3. Resolution adopted by the General Assembly [without reference to a Main Committee (A/55/L.2)]. No 55/2. United Nations Millennium Declaration. [Electronic resource]. URL: https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A_RES_55_2.pdf (дата обращения: 21.11.2024).
4. Santer B.D., Wehner M.F., Wigley T.M.L., Sausen R., Meehl G.A., Taylor K.E., Ammann C., Arblaster J., Washington W.M., Boyle J.S., Brüggemann W. Contributions of Anthropogenic and Natural Forcing to Recent Tropopause Height Changes // Science. Vol. 301, Is. 5632. P. 479–483. DOI: 10.1126/SCIENCE.1084123.
5. United Nations Conference on Environment and Development (Rio de Janeiro, Brazil, 3–14 June 1992). [Electronic re-

- source]. URL: <https://www.un.org/en/conferences/environment/tio1992> (дата обращения: 01.11.2024).
6. Аманов Г.А., Юлдошев Ш.Р. Воспитание экологической культуры у студенческой молодежи // Проблемы педагогики. 2019. № 3 (42). С. 32–34. URL: <https://problemspedagogy.ru/images/PDF/2019/42/Problemy-pedagogiki-3-42.pdf> (дата обращения: 21.11.2024).
7. Деревянченко А.А., Аманьева А.А. Проблемы формирования экологической культуры студенческой молодежи современной России // Научные труды Московского гуманитарного университета. 2019. № 6. С. 5–13. DOI: 10.17805/trudy.2019.6.1.
8. Ануфриев В.П., Пономарев А.В. Экологическое образование молодежи. Проблемы и перспективы // Педагогический журнал. 2020. Т. 10, № 3–1. С. 273–285. DOI: 10.34670/AR.2020.50.41.110.
9. Abd Razak A., Rowling M., White G., Mason-Jones R. Public Sector Supply Chain Management: A Triple Helix Approach to Aligning Innovative Environmental Initiatives // Foresight and STI Governance. 2016. № 1. P. 43–52. DOI: 10.17323/1995-459x.2016.1.43.52.
10. Астратова Г.В., Измайлов А.М., Семенов М.М., Митро М.С. Проблемы ценностей и выбора образовательных услуг студенческой молодежи в условиях цифровизации экономики (предварительный анализ) // Вестник евразийской науки. 2023. Т. 15, № 3. URL: <https://esj.today/PDF/50ECVN323.pdf> (дата обращения: 08.11.2024).
11. Астратова Г.В., Бедрина Е.Б., Ларионова В.А., Пошехонова Г.В., Руткаускас Т.К., Сеницын Е.В., Сияжова М.Г., Толмачев А.В. Высшее образование и рынок труда в цифровой экономике: развитие математических методов и средств исследования сложных экономических систем: монография / Под общ. и науч. ред. докт. экон. наук, канд. техн. наук, проф. Г.В. Астратовой. Екатеринбург: УрФУ, 2021; М.: Перо, 2021. 342 с.
12. Измайлов А.М. Дистанционное обучение в вузах Самарской области: результаты ситуативной рефлексии // Самарский научный вестник. 2022. Т. 11, № 4. С. 265–271. DOI: 10.55355/snv2022114306.
13. Астратова Г.В., Бедрина Е.Б., Климук В.В., Бритвина И.Б., Ларионова В.А., Пошехонова Г.В., Руткаускас Т.К., Савчук Г.А., Сеницын Е.В., Толмачев А.В., Яшин А.А. Эффекты коронакризиса и новых экономических санкций в цифровой экономике: высшее образование и рынок труда: монография / Под общ. ред. проф. Астратовой Г.В. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2022. 310 с.
14. Астратова Г.В. Массовые открытые онлайн-курсы как современные цифровые технологии в развитии сферы услуг высшего образования Союзного государства России и Белоруссии // Устойчивость экосистем в условиях цифровой нестабильности: сборник трудов III Международной научно-практической конференции (Симферополь, 23 мая 2024 г.). Симферополь: Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского, 2024. С. 62–67.
15. Алижанова Х.А. Профильная подготовка в системе образования // Мир науки, культуры, образования. 2020. № 3 (82). С. 115–117. DOI: 10.24411/1991-5497-2020-00478.
16. Фрумин И.Д., Добрякова М.С., Баранников К.А., Реморенко И.М. Универсальные компетентности и новая грамотность: чему учить сегодня для успеха завтра: Предварительные выводы международного доклада о тенденциях трансформации школьного образования. М.: Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 2018. 28 с.
17. Авцинова Г.И., Бучнев Е.В. Экологическое образование в условиях цифровых реалий: российский аспект // Перспективы науки и образования. 2021. № 2 (50). С. 88–102. DOI: 10.32744/pse.2021.2.6.
18. Дзятковская Е.Н. Новая Концепция экологического образования в России // Вестник Международной академии наук (Русская секция). 2022. № S2. С. 77–78.
19. Сарахман Ю.В., Загорная Т.О. Исследование рынка онлайн-образования и образовательных технологий в России и мире // Российские регионы в фокусе перемен: Сборник докладов XV Международной конференции (Екатеринбург, 10–14 ноября 2020 г.). Т. 1. Екатеринбург: ООО «Издательство УМЦ УПИ», 2021. С. 234–238.
20. Дудырев Ф.Ф., Максименкова О.В. Симуляторы и тренажеры в профессиональном образовании: педагогические и технологические аспекты // Вопросы образования. 2020. № 3. С. 255–276. DOI: 10.17323/1814-9545-2020-3-255-276.
21. Никулина Т.В., Стариченко Е.Б. Виртуальные образовательные лаборатории: принципы и возможности // Педагогическое образование в России. 2016. № 7. С. 62–66. DOI: 10.26170/po16-07-09.
22. Education at a Glance 2024. OECD indicators / OECD publishing. [Electronic resource]. URL: https://www.oecd.org/en/publications/education-at-a-glance-2024_c00cad36-en.html (дата обращения: 06.11.2024).
23. Швырев Б.А., Тищенко Ю.Ю. Кибератаки: иммерсионная образовательная среда и ее формирование // Уголовно-исполнительная система: право, экономика, управление. 2024. № 1. С. 30–33. DOI: 10.18572/2072-4438-2024-1-30-33.
24. Ковалева М.Л. Проблемы и перспективы внедрения онлайн-курсов в систему высшего образования // Международный научно-исследовательский журнал. 2022. № 1 (115). С. 68–71. DOI: 10.23670/IRJ.2022.115.1.083.
25. Малков П.Ю., Малкова А.Н. Некоторые особенности организации и проведения онлайн-курсов биологической и экологической направленности для студентов вузов и обучающихся внешкольного дополнительного образования // Мир науки, культуры, образования. 2022. № 1 (92). С. 31–33.

УДК 37.012.5:378:001.891
DOI 10.17513/snt.40284

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ И УЛУЧШЕНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ УЧАСТНИКАМИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Афанасьева О.В.

*Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения,
Санкт-Петербург, e-mail: ovaf72@guap.ru
orcid.org/0000-0003-3169-4781, SPIN-код: 1251-1423*

В представленной статье проведено исследование таких аспектов современной образовательной системы, как доступность и инклюзивность, с учетом цифрового развития. Целями данной статьи являлись изучение влияния применения информационно-коммуникационных технологий на взаимодействие участников образовательного процесса и анализ их роли в повышении качества образования, с последующим выявлением возможных взаимосвязей между этими факторами. В статье рассмотрены современные технологии, которые позволяют сделать процесс обучения более гибким и персонализированным, что дает возможность обучающимся в будущем стать конкурентоспособными на рынке труда. Рассматриваемые в статье методы оценки качества образования на данный момент требуют их пересмотра и адаптации с учетом цифрового развития образовательного процесса. По мнению автора, одним из важнейших факторов, который способствует улучшению качества образования, особенно в эпоху развития цифровых технологий, является процесс взаимодействия между образовательными учреждениями и работодателями. Современный рынок труда хочет видеть выпускников колледжей и университетов, которые не только обладают хорошей теоретической базой, но и имеют практические навыки в использовании современных технологических инструментов и цифровых платформ. Только тесное сотрудничество между бизнесом и образовательными учреждениями позволит последним адаптировать образовательные программы таким образом, чтобы выпускники обладали не только необходимыми, но и актуальными знаниями на рынке труда. Все это, в свою очередь, предполагает применение практико-ориентированного подхода к обучению, который позволит обучающимся принимать решения в условиях решения реальных задач.

Ключевые слова: цифровая трансформация образования, качество образования, взаимодействие, процесс обучения, конкурентоспособность

THE USE OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES TO IMPROVE THE QUALITY OF EDUCATION AND IMPROVE INTERACTION BETWEEN PARTICIPANTS IN THE EDUCATIONAL PROCESS

Afanaseva O.V.

*St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, St. Petersburg,
e-mail: ovaf72@guap.ru
orcid.org/0000-0003-3169-4781, SPIN-код: 1251-1423*

The article presents a study of such aspects of the modern educational system as accessibility and inclusivity, taking into account digital development. The purpose of this article was to study the impact of the use of information and communication technologies on the interaction of participants in the educational process and to analyze their role in improving the quality of education, followed by the identification of possible relationships between these factors. The article discusses modern technologies that make the learning process more flexible and personalized, which allows students to become competitive in the labor market in the future. The methods of assessing the quality of education considered in the article currently require their revision and adaptation, taking into account the digital development of the educational process. According to the author, one of the most important factors that contributes to improving the quality of education, especially in the era of digital technology development, is the process of interaction between educational institutions and employers. The modern labor market wants to see college and university graduates who not only have a good theoretical background, but also have practical skills in using modern technological tools and digital platforms. Only close cooperation between business and educational institutions will allow the latter to adapt educational programs so that graduates have not only the necessary but also relevant knowledge in the labor market. All this, in turn, presupposes the application of a practice-oriented approach to learning, which will allow students to make decisions in terms of solving real problems.

Keywords: digital transformation of education, quality of education, interaction, learning process, competitiveness

Введение

Ключевыми элементами современной образовательной системы являются ее доступность и инклюзивность. Именно эти два фактора дают возможность каждому гражданину нашей страны получать знания, которые ему необходимы для полноценной жизни и работы. Цифровое развитие общества и современные технологии открывают перед современным образованием новые возможности. Уже не вызывает удивления применение дистанционных форм обучения, а использование интерактивных образовательных ресурсов и различных онлайн-платформ делает процесс образования более гибким и индивидуальным. Применение современных технологий позволяет снизить существующие барьеры и неравенства в доступе к образованию, что особенно актуально для отдаленных регионов и малых населенных пунктов России. Также важную роль образование играет в формировании мировоззренческих установок и гражданской позиции личности. Полученные в процессе обучения знания позволяют каждому гражданину найти свое собственное место в современном мире, принимать активное участие в общественной жизни, защищать и отстаивать свои права и интересы.

Помимо доступности и инклюзивности, современное образование должно быть качественным, потому что именно качественное образование оказывает непосредственное влияние на многие аспекты жизни общества. В эпоху цифровых технологий именно качественное образование становится тем ключевым фактором, который определяет конкурентоспособность учащегося на рынке труда. В настоящее время в качестве методов оценки качества образования используют не только результаты итоговой аттестации обучающихся, но и множество других показателей, таких как квалификация педагогического состава, материально-техническое обеспечение учебного процесса, а также уровень взаимодействия образовательного учреждения с социумом и профессиональным сообществом.

Установленные современные стандарты обучения направлены не только на получение знаний, но и на развитие критического мышления, способности к самообучению и самостоятельности. Все это требует от современного образования внедрения передовых практик менеджмента качества и регулярной оценки эффективности реализуемых программ.

Таким образом, основной целью данного исследования является изучение особенностей использования ИКТ для повышения

качества образования и улучшения взаимодействия между участниками образовательного процесса.

Материалы и методы исследования

В ходе написания данной статьи были проанализированы публикации и исследования в области применения информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) в образовании. Это позволило сформулировать теоретическое обоснование и определить ключевые концепции. Сбор эмпирических данных осуществляли посредством анкетирования и наблюдения за участниками образовательного процесса, включая преподавателей, студентов, родителей и представителей администрации учебных заведений.

В качестве методов исследования использовали количественный метод, с помощью которого проводили сбор и обработку полученных данных; метод качественного анализа, посредством которого происходило понимание качества образования и эффективности применения ИКТ, а также метод кейс-стади, который позволил изучить конкретные ситуации и примеры успешного использования ИКТ в учебных заведениях.

Результаты исследования и их обсуждение

Особенностью современного образования является пристальное внимание к его качеству и эффективности, поэтому в настоящее время государством реализуется ряд федеральных программ и проектов в области образования. По мнению Х.Р. Уматгериева, А.С. Улубаева, цифровая трансформация образовательного процесса становится одним из ключевых направлений развития, позволяя не только расширить доступ обучающихся к образовательным ресурсам, но и создать интерактивную и персонализированную среду обучения [1]. Однако только технологических изменений недостаточно для повышения качества образования, необходимо повышать и качество подготовки педагогов. Современный педагогический состав должен обладать не только высокой профессиональной компетентностью, но и умением адаптироваться к быстро меняющимся условиям. С.Н. Мосеева считает, что одновременно с повышением компетентности педагогического состава усиливается акцент на формировании у обучающихся навыков критического мышления, креативности и способности к решению комплексных проблем [2].

Только совокупность всех обозначенных выше факторов позволяет рассматривать образование как мощный инструмент не толь-

ко для личностного роста, но и для достижения более глобальных целей.

В настоящее время существует мировая система мониторинга качества образования. Данная система не только анализирует данные о состоянии образования в мире, но и разрабатывает рекомендации по повышению качества образования [3].

Российская система оценки качества образования ключевым фактором выделяет единые критерии и индикаторы, с помощью которых оценивается уровень подготовки. Благодаря данной системе становится возможным оценить критерии, указанные в федеральных государственных стандартах, а также учитывать развитие ключевых компетенций, необходимых в современном обществе [4]. Помимо этого, разработанная система предусматривает внедрение механизмов мониторинга и анализа данных, с помощью которых обеспечиваются прозрачность и доступность всех участников образовательного процесса. Именно это позволяет выявить наиболее проблемные зоны и лучшие практики в образовании, что дает возможность не только корректировать программы обучения, но и повышать мотивацию педагогического состава к профессиональному росту, а учебные заведения – к повышению качества оказываемых образовательных услуг.

К одному из ориентиров информатизации образования в государстве относится расширение доступности образования за счет применения информационных и коммуникационных технологий (ИКТ). Внедрение инновационных методик и технологий является важной целью информатизации образования. Использование ИКТ в образовательном процессе позволяет не только создавать мультимедийные образовательные ресурсы и интерактивные платформы для обучения, но и стимулировать развитие критического мышления у обучающихся. При этом обучающиеся получают возможность выбирать не только собственный темп обучения, но и необходимые материалы, углубляя тем самым знания в тех областях, которые их интересуют более всего. При таком подходе обучение становится более интересным, способствует удержанию и закреплению полученной информации [5].

Как отмечает О.Н. Анюшенкова, качество в образовании – это уже не только результаты учебы, но и система, модель, организация и процедуры, которые гарантируют, что обучающиеся получают комплексное личное и общественное развитие, дающее им возможность удовлетворить свои потребности и позволяющее им вне-

сти вклад в прогресс и улучшение общества в целом [6].

Таким образом, на основании изложенного можно выделить комплексный показатель качества образования (рис. 1).

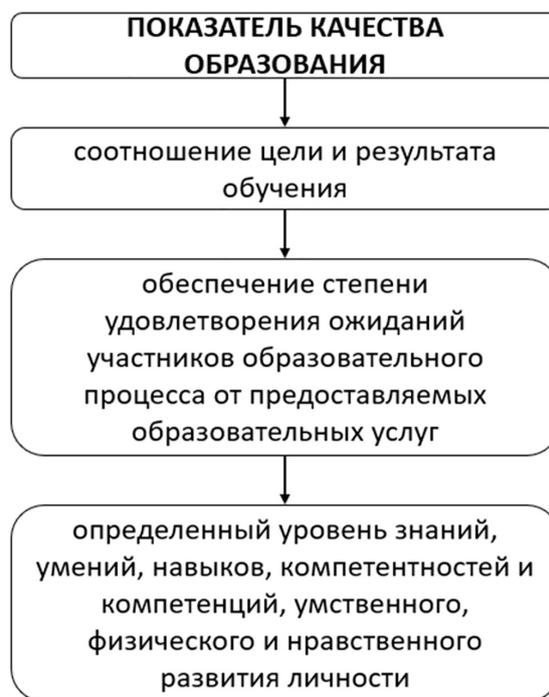


Рис. 1. Показатель качества образования

Итогом качественного образования являются такие способности (свойства) личности, как: самоорганизация, в том числе и нравственная; деятельность по преобразованию самого себя; самоидентификация. В конечном счете, качественно образованная личность должна быть конкурентоспособной, успешной и востребованной на рынке труда [7].

Таким образом, мы видим, что современное образование переживает значительные преобразования, направленные на улучшение качества и эффективности образовательного процесса. Информатизация и внедрение ИКТ выступают мощным инструментом для достижения этих целей, предлагая новые возможности как для обучающихся, так и для педагогов. Однако, как показывает практика, технологий недостаточно – необходимо комплексное развитие педагогического состава и формирование у обучающихся навыков, соответствующих требованиям современного мира.

Использование ИКТ в учебных заведениях становится все более распространенным и важным компонентом современного образовательного процесса. Рассмотрим

примеры успешного применения таких технологий.

1. Персонализированное обучение с помощью цифровых платформ. Некоторые учебные заведения применяют цифровые платформы для дистанционного обучения: АИС «Сетевой город.Образование»; Google Класс; Российская электронная школа и др. Использование данных платформ позволяет преподавателям не только персонализировать процесс обучения, но и сделать его более адаптивным, учитывать потребности и интересы каждого учащегося. Все это дает возможность повысить степень вовлеченности обучающихся в образовательный процесс, что, в свою очередь, способствует улучшению общей успеваемости.

2. Использование баз больших данных для управления учебным процессом. Применение аналитики больших данных позволяет улучшить качество образования за счет анализа успеваемости и поведения обучающихся. Результаты проведенного анализа дают преподавателю возможность не только быстро реагировать на происходящие изменения, но и корректировать программу обучения под потребности ученика.

3. Цифровая сдача экзаменов. Применение цифрового обучения позволяет цифровизировать и процесс сдачи экзаменов. Цифровая сдача экзаменов дает возможность сделать данный процесс более прозрачным и удобным. В результате цифровая трансформация экзаменационного процесса способствовала улучшению академических показателей.

4. Использование виртуальной и измененной реальности. В некоторых учебных заведениях реализуются технологии виртуальной и измененной реальности. Например, в медицинских институтах применение виртуальной реальности позволяет будущим хирургам отрабатывать новые техники проведения оперативных вмешательств.

Для оценки использования ИКТ в целях повышения качества образования нами была разработана анкета, состоящая из 11 вопросов. Анкетирование проводилось через гугл-форму. Полученные результаты анкетирования представлены ниже.

В анкетировании приняли участие 158 респондентов, из них 56 человек мужского пола и 152 – женского. Средний возраст респондентов составил 26,5 года. Роль респондентов в образовательном процессе представлена на рисунке 2.

Ответы респондентов на вопросы анкеты в блоке «Использование ИКТ в обучении» распределились следующим образом (табл. 1).



Рис. 2. Роль респондентов в образовательном процессе

Таблица 1

Виды ИКТ-ресурсов, используемых в образовательном процессе

Вид ИКТ-ресурса	Кол-во респондентов
Образовательные (цифровые) платформы (например, Moodle, Google Classroom)	42%
Видеоконференции (например, Zoom, Microsoft Teams)	39%
Электронные учебники и материалы	68%
Образовательные приложения	57%

Полученные ответы респондентов позволяют сделать вывод о том, что современные ИКТ-ресурсы играют ключевую роль в образовательном процессе. Наиболее популярными среди респондентов оказались электронные учебники и материалы, которые используют 68% участников. Это свидетельствует о значительном смещении в сторону цифрового образования и удобства доступа к информации, которое они предоставляют студентам и преподавателям. Не менее важными являются образовательные приложения, получившие одобрение у 57% опрошенных. Они позволяют индивидуализировать образовательный процесс, сделать его более интерактивным и создавать уникальную мотивацию для обучающихся. Эти инструменты становятся

неотъемлемой частью современных образовательных методик, что способствует росту их популярности. Также стоит отметить значимость образовательных платформ, которые используют 42% респондентов. Такие платформы, как Moodle и Google Classroom, обеспечивают необходимую структуру и систематизацию образовательного процесса, упрощая взаимодействие между учителями и учениками. Видеоконференции, такие как Zoom и Microsoft Teams, востребованы у 39% участников исследования, что обусловлено условиями удаленного обучения и необходимостью постоянного взаимодействия. Эти инструменты стали незаменимыми для проведения лекций и семинаров, обеспечивая непрерывность учебного процесса. В совокупности эти ИКТ-ресурсы демонстрируют значительный потенциал для трансформации образовательной среды, делая ее более гибкой и доступной. Они не только поддерживают обучающихся в усвоении знаний, но и открывают новые горизонты для инноваций в образовательной практике.

Далее была проанализирована частота использования ИКТ (табл. 2).

Таблица 2

Частота использования ИКТ
в образовательной деятельности

Частота использования	Кол-во респондентов
Ежедневно	15%
Несколько раз в неделю	42%
Несколько раз в месяц	28%
Редко	14%
Никогда	1%

На основании представленных данных о частоте использования можно сделать вывод, что технологии оказывают значительное влияние на современные учебные процессы. Несмотря на то что только 15% респондентов используют ИКТ ежедневно, это свидетельствует о существенной роли технологий в повседневной образовательной деятельности, предоставляющей студентам и преподавателям доступ к невероятному количеству информации и инновационным методам обучения. В то же время заметная доля (42%) респондентов, использующих ИКТ несколько раз в неделю, указывает на сохраняющуюся гибкость в подходе к применению технологий. Такой подход позволяет органично интегрировать ИКТ в учебный процесс, достигая баланса между традиционными методами

обучения и передовыми технологическими решениями. Это создание гармоничного обучающего опыта, где технологии служат поддержкой, а не заменой живого общения и взаимодействия. Обращаются к ИКТ несколько раз в месяц 28% респондентов. Данная группа может быть представлена теми, кто находится в процессе изучения и освоения цифровых инструментов либо использует их для решения очень специфичных задач. Это говорит о необходимости продолжения работы над развитием цифровой грамотности, расширением доступных ресурсов и поддержкой в образовательной среде. Наконец, данные о том, что 14% респондентов редко используют ИКТ, а 1% – никогда, свидетельствуют, что, несмотря на распространение технологий, остаются вызовы, требующие внимания. Это может быть связано с нехваткой ресурсов, отсутствием необходимой инфраструктуры или навыков. Образовательные учреждения должны обратить внимание на эти барьеры, чтобы максимально увеличить доступность и создать равные возможности для всех обучающихся, обеспечивая устойчивый процесс интеграции технологий в образование.

Ответы респондентов по блоку «Влияние ИКТ на качество образования» позволили оценить влияние ИКТ на качество обучения, выявить преимущества и проблемы при использовании ИКТ.

Влияние ИКТ на качество образования оценивалось респондентами по 5-балльной системе, где 1 балл – совсем не повлияло, 5 баллов – значительно улучшило. 58% респондентов оценили влияние в 5 баллов, 36% респондентов считают, что влияние незначительное, 6% считают, что применение ИКТ никак не повлияло на качество образования.

В таблице 3 отражены преимущества и проблемы, выделенные респондентами при использовании ИКТ в образовании, с возможностью выбора нескольких вариантов.

Как видно из ответов респондентов, прежде всего, ИКТ открывают безграничные возможности для доступа к образовательным ресурсам, о чем говорят 75% респондентов. Удобство и гибкость, отмеченные 82% опрошенных, позволяют обучающимся достигать образовательных целей в удобное для них время и в комфортной среде. Однако успех не обходится без определенных преград. Хотя ИКТ предлагают значительную персонализацию учебного процесса и развитие цифровых навыков, сохраняются опасения по поводу технических проблем (25%) и недостаточного обучения пользователей (39%).

Таблица 3

Преимущества и проблемы при использовании ИКТ в образовании

Преимущества	Кол-во ответов	Проблемы	Кол-во ответов
Доступ к ресурсам	75%	Технические проблемы	25%
Интерактивное обучение	68%	Недостаточное обучение	39%
Персонализация обучения	59%	Отвлекающие факторы	42%
Развитие цифровых навыков	11%	Проблемы безопасности и конфиденциальности	33%
Удобство и гибкость	82%	Цифровое неравенство	12%
Коллаборация и общение	15%	Качество контента	48%
Анализ и оценка	32%	Сопrotивление изменением	18%
Снижение затрат	48%	Финансовые ограничения	10%

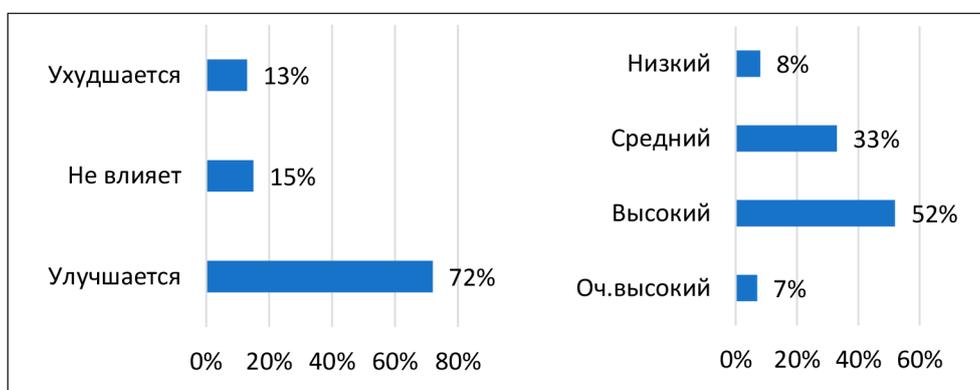


Рис. 3. Оценка взаимодействия между участниками образовательного процесса

Кроме того, безопасность и конфиденциальность данных занимают важное место среди проблем, на которые указали 33% респондентов. Отличительными чертами применения ИКТ в образовании являются не только доступность и индивидуализация, но и высокая интерактивность процесса обучения. Тем не менее, отвлекающие от цифровых устройств факторы отмечены 42% участников опроса как значительная проблема, требующая внимания. Нельзя игнорировать и качество контента, которое остается серьезным вызовом для 48% респондентов. Также важно учитывать, что ИКТ играют ключевую роль в современной образовательной среде, предоставляя множество преимуществ, таких как снижение затрат (48%) и возможности для коллаборации и общения. В то же время основные проблемы, включая цифровое неравенство (12%) и сопротивление изменениям (18%), требуют активного поиска решений и адаптации систем образования к новым вызовам. Современное образование нуждается в балансе, направленном на минимизацию негатив-

ных последствий внедрения ИКТ и максимизацию их образовательного потенциала.

В блоке «Взаимодействие между участниками образовательного процесса» респондентам предлагалось оценить влияние ИКТ на взаимодействие между преподавателем и обучающимся, а также оценить по шкале от «очень высокий» до «очень низкий» уровень технической поддержки при использовании ИКТ. Ответы респондентов представлены на рисунке 3.

Как видно из представленных данных, 72% респондентов считают, что взаимодействие между преподавателем и обучающимся при использовании ИКТ улучшается, и лишь 13% считают, что при применении ИКТ качество обучения снижается. Уровень технической поддержки при реализации ИКТ оценивают как высокий 52% опрошенных.

Выводы

Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) играют ключевую роль в современном образовании, оказывая зна-

чительное влияние на различные аспекты учебного процесса.

Во-первых, ИКТ существенно расширяют доступ к образовательным ресурсам за счет внедрения Интернета и цифровых технологий, которые позволяют как студентам, так и преподавателям получать в любое время доступ к различным учебным базам, онлайн-курсам и библиотекам.

Во-вторых, применение в образовательном процессе ИКТ дает возможность сделать обучение персонализированным. Это достигается путем приведения учебных программ и образовательных приложений в соответствие не только индивидуальным особенностям каждого студента, но и его уровню подготовки, что, в свою очередь, способствует повышению мотивации и, как следствие, более глубокому погружению в изучаемый предмет.

Третье важное направление – это взаимодействие и сотрудничество. Благодаря таким инструментам, как видеоконференции и совместные онлайн-платформы, студенты и преподаватели из разных уголков мира могут взаимодействовать и обмениваться знаниями, что расширяет культурные и профессиональные горизонты.

Также стоит отметить, что ИКТ развивают цифровую грамотность – компетенцию, без которой сложно представить успешное профессиональное будущее. Ученики получают навыки работы с современными технологиями, которые становятся необходимыми в большинстве профессиональных сфер.

Несмотря на многочисленные преимущества, использование ИКТ в образовании

сопряжено с определенными вызовами, такими как цифровое неравенство, необходимость в профессиональной подготовке учителей к применению новых технологий и защита данных пользователей.

В целом, ИКТ предоставляют огромные возможности для трансформации образовательного процесса, делая его более доступным, интерактивным и адаптивным к потребностям современного общества.

Список литературы

1. Уматгериева Х.Р., Улубаева А.С. Уровень цифровой грамотности и компетентности педагога в среднем профессиональном образовании // Экономика и социум. 2024. № 6-1 (121). С. 1409-1414.
2. Мосеева С.Н. Влияние диагностики на повышение икт компетенций педагогических работников и управленческих кадров // Вестник науки. 2024. № 11 (80). С. 810-815.
3. Алиева А.Д.К., Алакбарова И.Н. Этапы применения современных информационных технологий в образовании // Endless light in science. 2024. № 2. С. 127-133. DOI: 10.21686/1818-4243-2021-3-46-61.
4. Рандзалина А.С., Станкевич П.В. Использование информационно-коммуникативных технологий в обучении естественно-научным предметам в школах Мадагаскара // Мир науки, культуры, образования. 2024. № 3 (106). С. 124-126. DOI: 10.24412/1991-5497-2024-3106-124-126.
5. Паламарчук О.А. Роль и место России в процессах цифровизации мировой экономики // Прогрессивная экономика. 2024. № 4. С. 69-82. DOI: 10.54861/27131211-2024-4-69.
6. Анюшенкова О.Н. Междисциплинарный подход с использованием методологии кооперативного проектного обучения на занятиях по иностранному языку студентов лингвистических направлений вузов // Мир науки, культуры, образования. 2024. № 1 (104). С. 137-145. DOI: 10.24412/1991-5497-2024-1104-137-139.
7. Миронов С.Д. Важность электронного портфолио в учебе и профессиональной деятельности // Теория и практика современной науки. 2024. № 6 (108). С. 229-232. URL: <https://sciup.org/140306492> (дата обращения: 15.11.2024).

УДК 376.37
DOI 10.17513/snt.40285

ФОРМИРОВАНИЕ ТЕХНИКИ ЧТЕНИЯ ПОСРЕДСТВОМ МАЛЫХ ФОЛЬКЛОРНЫХ ФОРМ У ДЕТЕЙ С ОБЩИМ НЕДОРАЗВИТИЕМ РЕЧИ

Калашникова А.Р., Бондаренко Т.А., Шадманова С.Д., Артемова С.А.

*ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный социально-педагогический университет»,
Волгоград, e-mail: kalashnikova41@gmail.com, zhurbina-tatyana@mail.ru,
shev1907@mail.ru., art-sv_2010@mail.ru*

Цель исследования, результаты которого представлены в статье, заключалась в формировании автоматизированного, технически правильного чтения на материале малых фольклорных форм. Недостаточное понимание письменной речи детьми с общим недоразвитием речи влияет на их общее развитие, тормозит полноценное усвоение знаний по различным предметам школьной программы, в связи с чем методика формирования технической стороны чтения выходит на особенно значимые позиции. В работе по обучению чтению важную роль приобретает семантический анализ читаемого, который должен осуществляться одновременно в процессе чтения. Тексты малого объема способствуют успешному освоению этого процесса. Фольклорные тексты являются тем фундаментом, на основе которого можно успешно усвоить грамматику, лексику и закономерности коммуникативной организации текста, а также повысить возможности детей с общим недоразвитием речи понимать прочитанное. Экспериментальная работа по формированию техники чтения включала следующие направления: развитие зрительного восприятия и памяти; развитие правильного чтения; совершенствование чтения от слогового к целостному; развитие и совершенствование произношения; развитие смысловой догадки; развитие восприятия и понимания читаемого текста посредством расширения активного и пассивного словаря. Также в статье приводится анализ полученных результатов. По итогам проведенной экспериментальной работы делается вывод о том, что тексты малых фольклорных форм можно эффективно использовать в работе по формированию техники чтения у детей с общим недоразвитием речи.

Ключевые слова: экспериментально-исследовательская работа, общее недоразвитие речи, младшие школьники, малые фольклорные формы, техническая сторона чтения

FORMATION OF READING TECHNIQUE THROUGH SMALL FOLKLORE FORMS IN CHILDREN WITH GENERAL SPEECH UNDERDEVELOPMENT

Kalashnikova A.R., Bondarenko T.A., Shadmanova S.D., Artemova S.A.

*Volgograd State Social and Pedagogical University, Volgograd,
e-mail: kalashnikova41@gmail.com, zhurbina-tatyana@mail.ru,
shev1907@mail.ru., art-sv_2010@mail.ru*

The aim of the study, the results of which are presented in the article, was to develop automated, technically correct reading using small folklore forms. Insufficient understanding of written speech by primary school children with general speech underdevelopment affects their general development, inhibits full acquisition of knowledge in various subjects of the school curriculum, in connection with which the methodology for developing the technical side of reading takes on especially significant positions. In the work on teaching reading, an important role is played by semantic analysis of the read, which should be carried out simultaneously in the process of reading. Small texts contribute to the successful mastering of this process. Folklore texts are the foundation on the basis of which one can successfully master grammar, vocabulary and patterns of communicative organization of the text, as well as increase the ability of children with general speech underdevelopment to understand what they read. Experimental work on the formation of reading technique included the following areas: development of visual perception and memory; development of correct reading; improvement of reading from syllabic to holistic; development and improvement of pronunciation; development of semantic guesswork; development of perception and understanding of the text being read, by expanding the active and passive vocabulary. The article also provides an analysis of the results obtained. Based on the results of the experimental work, it is concluded that the texts of small folklore forms are effectively used in the work on developing reading techniques in children with general speech underdevelopment.

Keywords: experimental research work, general speech underdevelopment, primary school students, small folklore forms, technical side of reading

Введение

В настоящее время вопрос формирования технически правильного, автоматизированного чтения является как никогда актуальным. Напрямую с развитием чтения связана и работа по формированию богатого словарного запаса, который помога-

ет ребенку не только формулировать свою мысль, но и понимать окружающую действительность и через призму этого понимания осознавать прочитанное [1]. О.В. Баркова отмечает, что понять взаимосвязь между языком и культурой народа можно посредством пословиц и поговорок, так как они со-

держат исконные знания людей о реальной действительности. Школьная практика показывает, что фольклорный материал вызывает у учеников живой интерес и способствует как расширению словарного запаса, так и улучшению навыков связной речи [2]. Актуальность исследования заключается в том, что работа с детьми с общим недоразвитием речи по формированию техники чтения посредством пословиц и поговорок не только способствует становлению читательской компетенции младших школьников, но и создает условия для расширения словарного запаса, совершенствования грамматического строя речи и повышения общей культуры. Дополнительную актуальность исследованию придает необходимость с точки зрения методического подхода осуществить поиск путей решения задачи обучения чтению и технологии сочетания технической и содержательной сторон прочитанного.

Цель исследования – сформировать у младших школьников с общим недоразвитием речи автоматизированное технически правильное чтение на материале малых фольклорных форм.

Материалы и методы исследования

Гипотезой данного исследования послужило предположение о том, что формирование у школьников с общим недоразвитием речи технической стороны чтения будет более успешным, если свою работу учитель-логопед будет строить на текстах малого объема, но обладающих глубоким смысловым содержанием (пословицах, поговорках), при этом семантическому анализу должны подвергаться все элементы текста, как отдельно взятые, так и в их взаимосвязи.

Понимание текста при чтении опирается на умение выстроить внутритекстовые смысловые связи, анализировать все значения, входящие в семантическое поле каждого слова, и объединять их в обобщенный смысл как каждой фразы, так и всего текста в целом. Очень важную роль в процессе семантического анализа играет также умение ребенка осуществлять языковые обобщения и переходить с уровня конкретных значений на уровень абстрактных понятий. Идеальным, по мнению авторов, является использование в этой работе текстов малых фольклорных форм, так как при небольшом объеме они обладают глубиной содержания и обуславливают переход от конкретного смысла текста к абстрактному. Фольклорные тексты, как в письменном, так и в устном варианте, являются тем фундаментом, на основе которого можно

успешно усвоить грамматику, лексику и закономерности коммуникативной организации текста [3].

У детей с общим недоразвитием речи (далее – ОНР) отчетливо выступают недостатки чтения и письма, что является их характерной особенностью, отмечают Е.В. Жулина и Л.Б. Барабанова [4]. Недостаточное понимание письменной речи младшими школьниками с ОНР влияет на их общее развитие, тормозит полноценное усвоение знаний по различным предметам школьной программы, в связи с чем методика формирования технической стороны чтения выходит на особенно значимые позиции. Особое значение приобретает семантический анализ читаемого, который должен осуществляться симультанно в процессе чтения. Данный анализ можно отнести к очень сложной мыслительной операции, которая основывается на развитой способности ребенка к аналитико-синтетической деятельности. При становлении семантического компонента при чтении и для закрепления технических навыков целесообразно использовать зрительную наглядность: при чтении малоизвестных или устаревших слов, которые встречаются в пословицах и поговорках, эффективно соотносить их с изображением, которое может иллюстрировать значение как отдельного слова, так и всего высказывания в целом. Малые фольклорные формы являются полноценными и законченными высказываниями, они могут быть использованы на всех этапах формирования технической стороны чтения – от начального, когда чтение сводится к простым линейным высказываниям (например: «Не в свои сани не садись»), до завершающего, когда пословицы включаются в текст рассказа или сказки в качестве вывода.

Огромное значение для формирования техники чтения играют различные виды упражнений, которые способствуют как чтению отдельных слов, так и восприятию цельного законченного высказывания. Исследователи выделяют четыре качества навыка чтения: правильность, беглость, сознательность и выразительность, также отмечают и важность работы по формированию всех этих качеств [5, 6]. Тексты пословиц и поговорок максимально отвечают задачам такой работы. Поскольку произведения фольклора являются продуктом традиционной русской языковой культуры и традиции, приобщение к ним может предостеречь от усвоения популярных, часто избыточных заимствований, которых в русском языке с каждым годом появляется все больше и больше. Кроме того, малые фоль-

клорные формы помогают сформировать образную выразительность высказывания – как в устной, так и в письменной форме. Любой человек, которому дорог родной язык, несет ответственность за чистоту русской речи. В детях надо воспитывать стремление точно и выразительно облекать свои мысли в вербальное высказывание, использовать всю силу и мощь русского слова, свободно владеть неисчерпаемыми языковыми богатствами; ничто так не способствует этому, как знание и понимание пословиц, поговорок и других произведений устного народного творчества [7].

Традиционно в методике обучения чтению выделяются несколько этапов:

– аналитический, который характеризуется слого-буквенным анализом и чтением слов по слогам;

– синтетический, который характеризуется адекватным одновременным восприятием, произнесением, осмыслением всей фразы целиком;

– автоматизированный, который характеризуется тем, что процесс понимания опережает процесс зрительного восприятия, при этом на данном этапе возникает вероятностное прогнозирование, которое подтверждается в процессе чтения; на данном этапе также осуществляется переход от чтения вслух к чтению про себя.

Немаловажно выделить и качественные характеристики, которые отражают технические параметры чтения: правильность, беглость, осознанность, выразительность. Эти параметры характеризуют чтение на автоматизированном этапе. Для детей с ОНР переход от синтетического этапа к автоматизированному сопряжен с очевидными сложностями, поэтому важно подобрать адекватный текстовый материал, который, с одной стороны, будет по силам ученику, с другой – будет постоянно ставить его в ситуацию расширения границ собственного словаря и совершенствования коммуникативного навыка речи. Текст пословиц подходит для этого как нельзя лучше, так как при малом объеме обладает глубиной мысли и красотой организации связного высказывания.

Важное место в логопедической работе по формированию техники чтения на материале малых фольклорных форм занимает объяснение смысла их содержания. Детям с ОНР трудно за фактическим содержанием пословицы рассмотреть ее истинное метафорическое значение, выделить в ней главные слова и понять их доминантную смысловую роль. Это связано, в первую очередь, с ограниченным речевым опытом ребенка, так как в речи окружающих в ситуации по-

вседневного общения они не слышат примеры употребления этих пословиц. К сожалению, общая тенденция на сегодняшний день такова, что в современном обществе носители языка крайне ограниченно используют крылатые слова, пословицы, поговорки, фразеологизмы. Все эти замечательные образцы устного народного творчества почти ушли из повседневной речевой практики. Не получая от взрослых примеров употребления пословиц в речи, не соотнося смысл этих образцов устного народного творчества с ситуацией общения, дети с общим недоразвитием речи понимают составляющие пословицу слова в их прямом значении, не видя смысловых обобщений и перехода на метафорический уровень. Например, в пословице «Лес рубят – щепки летят» подавляющее большинство учеников младших классов видят высказывание о лесе и что «когда рубят деревья, получается много мусора», «рубить деревья плохо, лес надо беречь» и подобное, при этом истинный смысл данной пословицы остается детям недоступен.

Из вышесказанного следует, что понимание, анализ и синтез прочитанного текста – операция, состоящая из нескольких звеньев. У детей с общим недоразвитием речи понимание смысла текста фольклорных произведений нарушено, что создает базу для работы как над формированием технической стороны чтения, так и для понятийной стороны, а также для расширения речевого опыта ребенка [3].

На констатирующем этапе эксперимента, который проходил в сентябре 2023 года на базе МОУ «Средняя школа № 82 имени героя Российской Федерации А.В. Катериничева Дзержинского района Волгограда», было организовано исследование по выявлению уровня сформированности техники чтения, всего в нем приняла участие 25 школьников 9–10 лет с общим недоразвитием речи III уровня. Диагностика проводилась индивидуально с каждым ребенком и заключалась в том, что проверялось количество слов, прочитанных в течение 1 минуты, с фиксацией допущенных ошибок. После чтения участникам исследования задавались вопросы на выявление понимания смысла прочитанного отрывка. Детям для чтения предлагался текст рассказа Н.Н. Носова «На горке». Обработка результатов проводилась по следующей методике: за каждое слово (в том числе служебное) ученик получал 1 балл, затем из суммы набранных баллов вычиталось количество ошибок, допущенных при чтении или при ответах на вопросы по содержанию прочитанного. Итоговое число соответство-

вало одному из уровней – высокому, среднему или низкому:

- 35 баллов и меньше – низкий уровень техники чтения;
- от 36 до 79 баллов включительно – средний уровень техники чтения;
- от 80 баллов – высокий уровень техники чтения.

Результаты исследования и их обсуждение

По результатам констатирующего этапа эксперимента получены следующие данные: высокого уровня владения техникой чтения не выявлено ни у одного ребенка; на низком уровне находятся 5 детей (20%), остальные 20 детей (80%) – на среднем уровне. Необходимо уточнить, что 5 человек из них находятся на границе низкого и среднего уровня, набрав от 36 до 40 баллов, а 3 человека приблизились к границе среднего и высокого уровней, набрав свыше 70 баллов. Наиболее распространенными ошибками были: потеря строки, искажения звуко-слоговой структуры слова, неверные ударения в словах. Следует отметить, что все дети без исключения поняли прочитанный текст и смогли верно ответить на вопросы по его содержанию.

Итоги констатирующего эксперимента выявили необходимость проведения специальной работы с детьми с общим недоразвитием речи по формированию техники чтения. В качестве материала для чтения были избраны тексты русских пословиц. Коррекционная работа проводилась в течение всего 2023/2024 учебного года и включала 64 занятия по 30 минут с периодичностью 2 раза в неделю, авторы придерживались в ней следующих направлений:

- стимуляция зрительного восприятия и памяти;
- формирование правильного чтения от слогового к целостному;
- совершенствование произношения;
- возникновение смысловой догадки;
- понимание читаемого текста посредством расширения активного и пассивного словаря.

Рассмотрим подробнее работу по каждому направлению.

Для стимуляции зрительного восприятия и внимания на каждом занятии детям предлагались различные игры на узнавание буквы по ее элементу, нахождение правильно изображенной буквы среди неверно изображенных букв (например, букву Я надо было отыскать среди разбросанных по листу в хаотичном порядке букв R, при этом все буквы были разного размера и толщина линий тоже была раз-

ной, как и наклон шрифта). Большой популярностью пользовалась игра «Спрятанная буква», когда дети должны были на сюжетной картинке найти среди множества деталей и линий букву и назвать ее. Игра «Лишняя буква» вызывала у многих детей сложности, когда среди рядов напечатанных одинаковых букв надо было найти букву, которая от них отличается. Например, когда среди рядов, состоящих из букв «р», надо было найти одну-единственную букву «ф», многие дети не могли сделать этого без подсказки логопеда.

Для развития правильного чтения использовался тренинговый материал, позволяющий нарабатывать чтение слогов разной структуры: карточки с написанными слогами, слоговые таблицы, кубики Н.А. Зайцева, набор деревянных букв большого размера (высота каждой буквы 10,5 см, ширина от 8 см (у буквы «Н») до 12,5 см (у буквы «Щ»)). Наибольшую сложность для детей представляло чтение слогов со стечением согласных, например «гре», как в слове «гречка», или «звез», как в слове «звезда». Слоги и сочетания букв со стечением согласных предъявлялись детям на карточках и в слоговых таблицах, после прочтения дети их собирали из кубиков Н.А. Зайцева. Главным на этом этапе было правильно прочитать сочетание букв, механически воспроизведя звуковой контур записанного на карточке буквенного сочетания, потом надо было это сочетание повторить, собирая его из кубиков, диктуя себе. Дети часто ошибались, добавляя звук, буквы для которого не было: например, при чтении сочетания «сно» и других, подобных ему, добавляли звук [а], получалось «сано». В этом случае логопед спрашивал у ребенка, показывая на буквы СН, есть ли между ними буква А, ребенок отвечал, что буквы А там нет; после этого логопед предлагал ученику прочитать слог еще раз, если не получалось, то просил повторить ребенка за ним, а потом прочитать подобные слогам. Как правило, последующее чтение аналогичных слогов на текущем занятии уже не вызывало трудностей, но на следующем занятии такие сложности могли возникнуть снова. Работа по чтению слогов со стечением согласных велась до тех пор, пока навык правильного чтения не автоматизировался.

На этом же направлении работы отработывалось чтение отдельных слов, состоящих из одного слога. Слова были напечатаны на карточках по отдельности или в столбик 4–5 слов на листе формата А4 крупным шрифтом. Еще предлагалась игра «Сложи слово». Перед ребенком выкладывались большие деревянные буквы, например ОСК,

а он должен был сложить из них слово. Затем логопед убирал букву С и выкладывал на стол Т, ребенок должен был собрать новое слово. В эту же игру еще можно было играть по-другому: логопед называл ребенку слово, например ЛУК, а ребенок называл буквы, которые ему нужны, чтобы сложить это слово, складывал его и читал, что получилось. Дети часто ошибались, например просили вместо буквы К букву Н, складывали слово, читали, что получилось: ЛУН, а не ЛУК. Логопед спрашивал, какую букву нужно положить на стол вместо буквы Н, или давал ребенку возможность самостоятельно выбрать нужную букву из набора. Такие упражнения при регулярном систематическом использовании эффективно способствуют формированию правильного осмысленного чтения.

По направлению совершенствования чтения от слогового к целостному детям предлагалось чтение отдельных слов, состоящих из двух, трех, четырех слогов. Слова были написаны на карточках, а также собирались из кубиков Н.А. Зайцева и из набора деревянных букв. Главной задачей работы по этому направлению являлось формирование у детей умения читать слово целиком, а не по слогам. Для этого логопед сначала просил ребенка найти глазами первый слог и «произнести» его мысленно, затем найти глазами второй слог и тоже «произнести» мысленно, после этого «сказать» целое слово «у себя в голове», и только потом сказать его вслух целиком. Большую роль в этой работе играли повторы при чтении: например, в начале занятия ребенок прочитал пять слов на карточке, затем сложил их из кубиков Н.А. Зайцева и из больших деревянных букв. В конце занятия он снова читает те же слова на карточке, при этом чтение сразу становится целостным, ведь слова уже знакомы, ребенок их узнает и читает не по слогам, а целым словом. На этом же направлении работы из тех слов, что были написаны на карточках, ребенок собирал заданную пословицу с помощью кубиков Н.А. Зайцева и искал карточку, где эта пословица была напечатана. Важно было прочитать пословицу не по слогам, а целыми словами и объяснить ее смысл, рассказать, в какой ситуации уместно употребить эту пословицу в речи. Конечно, детям предлагались только те пословицы, которые уже им были знакомы. Например, на карточке в столбик написаны слова «душа, потемки, чужая». Ребенок читает слова по отдельности, затем собирает из кубиков и из больших букв, после этого вспоминает пословицу «Чужая душа – потемки», объясняет ее значение или ситуацию, в которой уместно произ-

нести эту пословицу, после этого ищет карточку, на которой эта пословица напечатана целиком, и читает ее. Таким способом при регулярных систематических упражнениях формируется навык автоматизированного плавного чтения целыми словами.

Работа по направлению развития и совершенствования произношения велась на каждом занятии, она состояла из артикуляционной гимнастики, проговаривания чистоговорок и скороговорок. Каждый ребенок получал также индивидуальные домашние задания на развитие и совершенствование звукопроизношения.

Работа по направлению развития восприятия и понимания читаемого текста посредством расширения активного и пассивного словаря велась также на каждом занятии. В обязательном порядке каждое прочитанное слово подвергалось объяснению заложенного в нем смысла. Например, такие простые слова, как «лук» или «кот», не вызывали затруднений у детей: «Лук – это овощ, он горький, растет в огороде», «Кот – это домашнее животное, он ловит мышей». Слова устаревшие, например «недуг» (пословица: «Лук от семи недуг»), вызывали у детей затруднения, логопед в этом случае проводил словарную работу по объяснению смысла таких слов. Чтобы слово закрепилось в активном словаре детей, им предлагалось составить с этим словом предложение и записать его, затем прочитать.

Текстовый материал для чтения состоял из русских пословиц, подобранных по темам: Родина и любовь к Родине (например: «На чужой стороншке рад своей воронушке»), дружба (например: «Старый друг лучше новых двух»), семья (например: «Не нужен и клад, коли в семье лад»), труд (например: «Терпенье и труд все перетрут»), ученье (например: «Красна птица перьем, а человек ученьем»), смелость (например: «На смелого собака лает, а трусливых кусает»), о человеческих недостатках (например: «В лихости да в зависти нет ни проку, ни радости»), человеческое достоинство, честность (например: «Беден, да честен», «Честные глаза вбок не глядят»), язык, слово (например: «Слово – серебро, молчанье – золото», «Не спеши языком, торопись делом»), времена года (например: «Весна красна, да голодна»). Надо отметить, что пословицы дают устойчивый образец синтаксически цельных конструкций, которые характеризуются не только полнотой, но и яркой образностью, часто строятся на антонимической оппозиции (например: «Мягко стелет, да жестко спат»). Дети вместе с пословицей усваивают и структуру высказывания, учатся выделять доминанты

текста, что способствует как пониманию содержания прочитанного, так и совершенствованию техники чтения.

Пословицы были напечатаны на карточках, на первом этапе по одной, на втором по три, на третьем по пять, на заключительном этапе по десять. Дети читали пословицы методом «жужжащего» чтения, затем по очереди громко и выразительно. Отвечали на вопросы по содержанию пословицы, которые задавал как логопед, так и другие ученики. Трудные для понимания слова сопровождалась иллюстрациями, которые также были на отдельных карточках. Сначала шла работа по объяснению значения прямого смысла слов и всей фразы, а потом переносного, обобщенного значения. В конце занятия дети устно описывали ситуацию, в которой уместно было бы употребить одну из прочитанных пословиц. Необходимо также отметить широкое применение в коррекционной работе по формированию техники чтения толкового словаря С.И. Ожегова, словарей фразеологизмов и устаревших слов. После завершения коррекционной работы был проведен контрольный этап эксперимента и сделан анализ результатов. Авторами для повторной диагностики был выбран текст рассказа Н.Н. Носова «Огородники». Низкий уровень не показал никто из детей, средний уровень показали 20 (80%) детей, 5 младших школьников (20%) продемонстрировали высокий уровень сформированности техники чтения.

Заключение

По итогам проведенной экспериментальной работы можно сделать вывод о том, что тексты малых фольклорных форм эффективно использовать в работе по формированию техники чтения у детей с общим недоразвитием речи. Большинство детей

показали средний уровень сформированности технической стороны чтения, при этом их результаты достаточно разнородны: 7 детей из 20 приблизились к границе высокого уровня, их результат выше 70 баллов, при этом 2 человека едва перешли границу среднего уровня, их результат не превысил 40 баллов, остальные дети набрали свыше 55 баллов, но меньше 70. Все участники эксперимента получили рекомендации продолжать работу по совершенствованию технической стороны чтения, а также расширению словарного запаса.

Список литературы

1. Архипова С.Н., Борлей К.П. Развитие атрибутивного словаря у детей с речевыми нарушениями с использованием малых фольклорных жанров // Мир науки, культуры, образования. 2021. № 6(91). DOI: 10.24412/1991-5497-2021-691-242-245.
2. Баркова О.В. Знакомство с русским фольклором в средней школе (на материале пословиц и поговорок русского языка) // Colloquium-Journal. 2019. № 21-4(45). URL: <https://colloquium-journal.org/zhurnal/solloquium-journal-21-45-2019/> (дата обращения: 20.11.2024).
3. Бондаренко Т.А., Калашникова А.Р., Хвастунова Е.П. Обучение анализу семантической структуры текста школьников 6-го класса с тяжелыми нарушениями речи // Современные наукоемкие технологии. 2022. № 10-1. С. 107-112. DOI: 10.17513/snt.39355.
4. Жулина Е.В., Барабанова Л.Б. К вопросу коррекции средствами сказки недостатков связной речи у детей с общим недоразвитием речи // Современные проблемы науки и образования. 2016. № 4. URL: <https://science-education.ru/article/view?id=24919> (дата обращения: 20.11.2024).
5. Клементьева А.В. Нейропсихологический аспект в коррекции нарушений чтения у младших школьников с ОНР III уровня // Интерактивная наука. 2023. № 2 (78). С. 44-46. DOI: 10/21661/i-559253.
6. Ромашина Е.Ю. Логика и наглядность: метод обучения чтению и письму по Х.В. Корчинскому // Отечественная и зарубежная педагогика. 2018. Т. 2, № 4 (53). С. 117-133. DOI: 10.24411/2224-0772-2018-10022.
7. Лысова О.В., Карамова А.А., Лысова А.И. Волшебный наш язык // Русский язык в школе. 2017. №.8. С.37-42. URL: <https://www.riash.ru/jour/article/view/630/630> (дата обращения: 20.11.2024).

УДК 372.881.1
DOI 10.17513/snt.40286

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УЧЕБНОГО ЛОНГРИДА КАК МУЛЬТИМОДАЛЬНОГО ТЕКСТА В ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ

Майер И.А., Селезнева И.П.

ФГБОУ ВО «Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева»,
Красноярск, e-mail: inna.maier@mail.ru, mixculture@mail.ru

В статье рассматривается проблема активизации процесса обучения иностранному языку в ходе работы с текстом нового типа, обеспечивающим полимодальное восприятие информации. Цель работы: исследование процесса развития навыков и умений учебной автономии обучающихся посредством работы с мультимодальными иноязычными текстами (учебными лонгридами) в ходе реализации проектной деятельности по иностранному языку в вузе. Объект исследования: способы развития учебной автономии в образовательном пространстве педагогического вуза. Предмет исследования: методический потенциал мультимодальных текстов, используемых для развития учебной автономии студентов при обучении иностранному языку. Исследование, в котором приняли участие 83 обучающихся, проводилось на базе факультета иностранных языков Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева. В рамках исследования использовались следующие методы: анализ научной психолого-педагогической и методической литературы по теме исследования, опрос, анкетирование, эксперимент. В статье представлен разработанный авторами исследования алгоритм работы с мультимодальным текстом, приведены результаты опросов о степени осведомленности студентов о потенциальных возможностях использования лонгрида в обучении иностранному языку и об определении уровня развития навыков и умений учебной автономии обучающихся. Сделан вывод о целесообразности применения представленной в статье методики работы с мультимодальными иноязычными текстами для развития учебной автономии студентов. Условиями создания учебного лонгрида в рамках практико-ориентированного проекта, направленного на развитие учебной автономии студентов, можно считать изменение характера деятельности обучающихся: переход от репродуктивных заданий к продуктивным и творческим заданиям; самостоятельный подбор мультимедийных элементов: фотографий, видео- и аудиозаписей, инфографики, интерактивных картинок и карт; определение вида конечного продукта и формата представления информации; определение текстовой составляющей лонгрида, внесение коррективов; представление лонгрида через его размещение в локальной сети.

Ключевые слова: мультимодальный текст, учебный лонгрид, проектная деятельность по иностранному языку

USING EDUCATIONAL LONGREAD AS A MULTIMODAL TEXT IN FOREIGN LANGUAGE PROJECT ACTIVITIES

Mayer I.A., Selezneva I.P.

Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafyev, Krasnoyarsk,
e-mail: inna.maier@mail.ru, mixculture@mail.ru

The article examines the problem of activating the process of teaching a foreign language while working with a new type of text that provides multimodal perception of information. The purpose of the work: to study the process of developing the skills and abilities of students' educational autonomy through working with multimodal foreign language texts (educational longreads) during the implementation of project activities in a foreign language at a university. The object of the study is the ways to develop educational autonomy in the educational surrounding of a pedagogical university. The subject of the research: the methodological potential of multimodal texts used to develop students' educational autonomy when teaching a foreign language. The study, in which 83 students took part, was conducted at the Faculty of Foreign Languages of Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafyev. The following methods were used as a part of the study: analysis of scientific psychological, pedagogical and methodological literature on the research topic, survey, questionnaire, experiment. The article presents the algorithm for working with multimodal text, developed by the authors of the study, and presents the results of surveys on the degree of students' awareness of the potential possibilities of using longread in teaching a foreign language and determining the level of developing students' skills and abilities of educational autonomy. A conclusion is made about the advisability of using the methodology presented in the article concerning working with multimodal foreign language texts for the development of students' educational autonomy. The conditions for creating an educational longread within the framework of a practice-oriented project aimed at developing students' educational autonomy can be considered a change in the nature of students' activities: transition from reproductive tasks to productive and creative tasks; independent selection of multimedia elements: photographs, video and audio recordings, infographics, interactive pictures and maps; determining the type of final product and format for presenting information; determining the text component of the longread, making adjustments; presentation of a longread through its placement on the local network.

Keywords: multimodal text, educational longread, foreign language project activities

Введение

Появление мультимодальных текстов нового типа, предусматривающих наряду с фактологической информацией использование мультимедийных элементов, обуславливает изменение подходов к организации работы с текстами на иностранном языке, учитывающей особенности креолизованного текста, в том числе разнородность представленной в нем информации, присутствие вербальной и невербальной знаковых систем.

Работа с мультимодальными текстами (учебными лонгридами) в вузе может быть осуществлена в ходе проектной деятельности, которая дополняет традиционные академические формы организации учебного процесса. Особую актуальность такого рода деятельность приобретает для студентов педагогического вуза – будущих учителей, которым необходимо формировать и развивать проектную компетенцию: умения и навыки самостоятельной проектно-исследовательской и творческой деятельности.

Анализ научных трудов по теме исследования свидетельствует о том, что, несмотря на разработанность теоретических основ полимодальности текстового жанра, практико-ориентированные работы по применению мультимодальных текстов в процессе обучения иностранным языкам в вузе представлены в недостаточном количестве.

Цель исследования – изучение процесса развития навыков и умений учебной автономии обучающихся посредством работы с мультимодальными иноязычными текстами (учебными лонгридами).

Материалы и методы исследования

В рамках исследования использовалась комплексная методика: анализ научной психолого-педагогической и методической литературы по теме исследования, опрос (авторская адаптация опросников по определению учебной автономии Т.Д. Дубовицкой и И.Л. Бим), анкетирование (ретроспективная рефлексия).

Для проверки эффективности разработанного авторами исследования алгоритма работы с мультимодальным иноязычным текстом (учебным лонгридом) в ходе проектной деятельности для развития навыков и умений учебной автономии обучающихся применялся эмпирический метод исследования – эксперимент, проведенный на базе ФГБОУ ВО «КГПУ им. В.П. Астафьева» (Красноярск). В эксперименте приняли участие 83 студента факультета иностранных языков, обучающихся по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое обра-

зование (с двумя профилями подготовки), направленность (профиль) образовательной программы Иностранный язык и иностранный язык.

Результаты исследования и их обсуждение

Изменившиеся условия восприятия информации современным человеком, обусловленные появлением мультимодальных текстов, заставляют педагогов и лингвистов обратить внимание на необходимость учитывать в процессе обучения полимодальный способ освоения окружающего мира. Следует согласиться с Г.Р. Гариповой и З.Н. Изимариевой в том, что только полимодальный подход способен обеспечить полное понимание картины мира изучаемого языка и культуры на лексическом, грамматическом и концептуальном уровнях [1].

Традиционная методика обучения иностранным языкам рассматривает язык как вариативную систему лексики, грамматики и взаимодействия знаковых систем, уделяя основное внимание вербальному общению – обмену информацией при помощи устной и письменной речи. При обучении используются тексты, подразумевающие мономодальное восприятие информации: работа проводится только с текстовым корпусом (ознакомительное, просмотровое или поисковое чтение и изучающее чтение с полным пониманием содержания). Методика работы с текстом на уроке иностранного языка анализируется как на уровне общеобразовательной школы (Е.Н. Дронь, А.Г. Маджуга), так и на уровне вуза (Т. Тапилин). Е.Н. Дронь уделяет особое внимание языковой интуиции, подсознательному анализу обучающимся языковых закономерностей, эмоциональному восприятию текста [2]. А.Г. Маджуга рассматривает работу с текстом на примере предметов гуманитарного цикла, подчеркивая важность использования интерактивных и гипертекстуальных элементов, что, на наш взгляд, в большей степени соответствует требованиям личностно-ориентированного подхода к обучению иностранным языкам [3]. Т. Тапилин ближе других исследователей подходит к решению задачи использования современных цифровых образовательных ресурсов, содержащих нарративные тексты мультимодального типа, разрабатывая алгоритм работы с нарративными текстами в составе языкового курса [4].

Большинство исследователей согласны с тем, что восприятие текста более не является мономодальным: оно, как правило, задействует сочетание разных модусов (способов) коммуникации (общения) и предполагает

наличие мультимедийных элементов: собственно текстового полимодального корпуса, интерактивных рисунков, визуализированных маршрутных карт, 3D-моделей, инфографики, аудио- и видеоряда, музыкального сопровождения, комментариев читателей. Так называемые поликодовые, полимодальные или мультимодальные тексты вызывают повышенный интерес педагогов, психологов и лингвистов. Ранее авторами уже отмечалось, что единого мнения по поводу терминологического обозначения подобных текстов не существует, тем не менее, отечественные исследователи чаще используют термин «мультимодальный текст» [5].

При обучении иностранному языку под мультимодальным текстом чаще всего подразумевается текст большого объема – лонгрид, который подробно рассматривается в работах Е. Голомшток, В. Пуля, О.Ф. Купрещенко. Е. Голомшток, автор более 200 учебных электронных курсов, предпринимает попытку разграничить слайдовые курсы (презентации, содержащие учебный контент и задействующие контекстные кнопки перехода) и лонгриды (курсы, созданные при помощи специальных конструкторов) [6]. В. Пуля разрабатывает алгоритм использования лонгрида, подробно анализируя его составляющие [7]. В данном исследовании авторы придерживаются трактовки понятия «лонгрид» О.Ф. Купрещенко, рассматривая его как формат подачи медиатекстов, характеризующийся большим объемом, связностью вербальных и аудиовизуальных компонентов и глубиной погружения в тему [8, с. 69].

Использование мультимодальных текстов подразумевает групповую работу, что позволяет применять их в проектной деятельности по иностранному языку, формируя и развивая наряду с языковыми и коммуникативными компетенциями учебную автономию – способность брать на себя ответственность за свою учебную деятельность. Учебная автономия является неотъемлемым компонентом процесса обучения иностранному языку в XXI веке. Ж.С. Аникина определяет учебную автономию как способность обучающегося не только нести полную ответственность за результаты принятия решения на всех этапах осуществления учебной деятельности, но и переносить эти результаты в новый учебный контекст. При обучении иностранному языку обеспечивается развитие следующих компонентов учебной автономии: психологического (мотивация, самоконтроль), методологического (самоуправление учебной деятельностью), ком-

муникативного (готовность обсуждать возникающие проблемы в группе) [9].

Согласно Н.Н. Новиковой, проектная деятельность «охватывает взаимодействие разных видов учебной деятельности, которые организованы таким образом, что в конце учебного процесса находится определенный продукт или результат» [10, с. 164]. В данном случае конечным продуктом проектной деятельности должен стать лонгрид, разработанный участниками проектной группы.

Базой исследования является Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева. В эксперименте приняли участие 83 обучающихся. Учебный лонгрид, созданный в рамках практико-ориентированного проекта «Hochschulkompass: studieren in Deutschland» / С компасом в руках: обучение в Германии, соответствует тематическим блокам, которые изучаются в рамках дисциплины «Практический курс немецкого языка»: «Das deutsche Bildungssystem» / Немецкая система образования, «Das Hochschulsystem in Deutschland» / Система высшего образования в Германии, «Universitäten in Deutschland» / Немецкие университеты.

В ходе работы авторами были задействованы электронные ресурсы «Studentenstädte in Deutschland» / Университетские города Германии [11], «Die größten Studentenstädte, Unis und Hochschulen 2024» / Крупнейшие университетские города, университеты и колледжи Германии 2024 г. [12], «Beliebte Studentenstädte von A-Z» / Популярные университетские города: от А до Я [13], предназначенные как для носителей языка, так и для студентов-иностранцев, готовящихся к поступлению в немецкие вузы.

Алгоритм работы с учебным лонгридом предполагает наличие следующих этапов:

- вводный этап (обеспечение обучающихся фактологической информацией, на основе которой будет создаваться лонгрид);
- подготовительный этап (ознакомление с процессом создания лонгрида и критериями отбора мультимедийных элементов);
- аналитический этап (определение вида конечного продукта и формата представления информации);
- практический этап (подбор текстовой составляющей и мультимедийных элементов лонгрида);
- презентационный этап (размещение лонгрида в локальной сети);
- ретроспективная рефлексия (анализ результатов работы проектной группы).

На диагностирующем этапе экспериментальной работы осуществлялось определение уровней развития навыков и умений

учебной автономии обучающихся при работе с информативным иноязычным текстом (авторский вариант опросников по определению учебной автономии Т.Д. Дубовицкой и И.Л. Бим, адаптированный для работы с иноязычной коммуникативной компетенцией Е.Г. Якушевой [14]). Выделено три уровня развития навыков и умений учебной автономии обучающихся: продвинутой (самостоятельное выполнение учебных действий, в том числе в новой учебной ситуации), базовой (самостоятельное выполнение учебных действий, усвоенных при работе с преподавателем в аналогичной учебной ситуации) и пороговой (выполнение учебных действий под руководством преподавателя).

На данном этапе экспериментальной работы использовались следующие типовые задания, направленные на индивидуальную самостоятельную работу обучающихся с информативными текстами на немецком языке:

1. Finden Sie deutsche Äquivalente zu folgenden Wortpaaren und Ausdrücken / Подберите немецкие эквиваленты к следующим словосочетаниям и выражениям:

мотивационное письмо / учебная программа / крэш-курс / аккредитованное агентство / соискатель / вступительный экзамен / тест на знание языка / семестровый взнос.

2. Finden Sie russische Äquivalente zu folgenden Wortpaaren und Ausdrücken / Подберите русские эквиваленты к следующим словосочетаниям и выражениям:

Studienstadt / университетский город; Nebenjob / подработка; Kommilitonen / однокурсники; Networking-Möglichkeiten / сетевые возможности; diverse Hochschulen / различные университеты.

3. Versuchen Sie die Mehrdeutigkeit des Wortes durch Ihre eigene Beispiele zu illustrieren / Приведите собственные примеры, иллюстрирующие многозначность следующих слов:

Studierende / обучающиеся; Fernstudium / заочное обучение; Verwaltungshochschule / административный колледж.

4. Erweitern Sie die Tabelle, indem Sie passende Adjektive, Verben und Komposita zum Wort finden / Внесите в таблицу прилагательные, глаголы и сложносоставные слова, сочетающиеся с данным словом.

5. Finden Sie nähere Information über folgende Studienstädte: Berlin / Frankfurt am Main / Найдите дополнительную информацию о следующих университетских городах: Берлин / Франкфурт-на-Майне.

6. Tragen Sie die Informationen aus dem Text in eine Tabelle ein / Используя информацию из текста, закончите заполнение таблицы.

Согласно результатам опроса, 34 (41%) студента показали пороговый уровень, 39 (47%) студентов – базовый уровень и 10 (12%) студентов – продвинутой уровень развития навыков и умений учебной автономии. Проведенный опрос выявил недостаточную степень готовности обучающихся к проявлению учебной автономии при работе с информативными текстами: в результате выполнения заданий общей картины об особенностях обучения в немецком университете не сложилось; большинство студентов получили фрагментарные сведения по изучаемой теме.

Полученные данные подтвердили необходимость использования при работе с информативными иноязычными текстами новой методики, учитывающей оптимизацию процесса развития навыков и умений учебной автономии обучающихся. Предложение создать учебный лонгрид «Hochschulkompass: studieren in Deutschland» / С компасом в руках: обучение в Германии на основе материалов ресурса «Beliebte Studentenstädte von A-Z» / Популярные университетские города: от А до Я [13] в ходе выполнения проекта повлекло за собой разработку алгоритма, представленного в данной статье, и изменение характера учебной деятельности: переход от репродуктивных заданий к продуктивным и творческим заданиям.

Репродуктивные задания (прочитать текст, ответить на вопросы к тексту), предполагающие наличие образца ответа и направленные на контроль усвоения предметного содержания, не позволяют в полной мере учесть особенности обучающихся, принадлежащих к так называемому поколению с клиповым мышлением, воспринимающему информацию прежде всего визуально. При работе с объемными текстами, содержащими большое количество фактологической информации, сложными для восприятия и понимания, детали опускаются – обучающиеся извлекают информацию из текста выборочно, целостное впечатление отсутствует. Мультимодальный текст, разработанный на основе текстов традиционного типа, позволяет использовать продуктивные и креативные творческие задания: поиск связей в разножанровых текстах одной или схожей тематики; ответы на вопросы к конкретным текстовым блокам; подбор фото- и видеоматериалов. Таким образом, реализуются принципы учебной автономии, или «персонализация обучения» (О.Ф. Купрещенко [5]), читатель становится «соавтором текста»: создает свой вариант текста, учитывая отобранную им при первичном прочтении фактологическую информацию.

На формирующем этапе эксперимента до начала работы над проектом было проведено анкетирование, позволившее выявить степень осведомленности студентов о потенциальных возможностях использования лонгрида в обучении иностранному языку. 65% респондентов знакомы с лонгридами и сноуфоллами через интернет-журналистику; 30% встречали термин «лонгрид», но не работали непосредственно с такого рода мультимедийными текстами; 5% впервые услышали этот термин. После ознакомления с примером учебного лонгрида и его обсуждения 82% опрошенных высказались положительно о возможности применения лонгридов при обучении иностранному языку; 12% посчитали, что лонгрид может отвлечь обучающихся от работы над текстовым корпусом информации за счет «излишней визуализации»; 6% затруднились дать ответ на этот вопрос. Тем не менее, 86% респондентов выразили желание принять участие в работе над лонгридом в рамках проектной группы.

Формирующий этап эксперимента включал работу над проектом: составление плана и определение состава проектной (экспериментальной) группы. Проектная группа была ознакомлена со спецификой создания (разработки) мультимедийных лонгридов и принципами отбора мультимедийных элементов: фотографий, видео- и аудиозаписей, инфографики, интерактивных картинок и карт. В качестве образца лонгрида выбранной тематики использовался фрагмент мультимедийного текста электронного ресурса «Beliebte Studentenstädte von A-Z»: Studium in Augsburg / Популярные университетские города: от А до Я [3]: Учеба в городе Аугсбурге, содержащий следующие разделы: Lage der Stadt Augsburg / Augsburg Stadtteile / Расположение Аугсбурга. Районы Аугсбурга (интерактивные карты); Bildgalerie / Фотогалерея (фотогалерея достопримечательностей Аугсбурга); Hochschulen in Augsburg und Umgebung / Studiengänge in Augsburg / Университеты в Аугсбурге и его окрестностях. Программы обучения (информативные статьи); Das Studentenleben in Augsburg / Студенческая жизнь в Аугсбурге (инфографика); Aktuelle Stellenanzeigen in Augsburg / Актуальные объявления о подработке в Аугсбурге (данные о возможностях подработки во внеучебное время).

Обучающимися были определены вид конечного продукта и формат представления информации: линейный слайдовый курс (информация размещается на слайдах, действуют контекстные кнопки перехода) или собственно лонгрид, не фиксирующий

расположение объектов, но имеющий жестко фиксированный шаблон и предустановленный набор заданий, часто многоэтапных. Лонгрид подходит в первую очередь для мотивационных и информационных курсов, поэтому для данного проекта выбран учебный лонгрид. Было принято решение создавать лонгрид на «Tilda Publishing» (российская разработка) с бесплатным набором базовых блоков. Подобраны мультимедийные элементы для создания лонгрида, определена его текстовая составляющая, внесены коррективы. На основе анализа топ-листов немецких университетов были отобраны города, о которых предполагалось рассказать в лонгриде: Аугсбург, Берлин, Гейдельберг, Гамбург, Мюнстер. В качестве иллюстративной составляющей, помимо обычных статичных фотографий, использовались фотогалереи (тематические подборки, сканы); информативные заикленные видео (как правило, они присутствуют на официальных сайтах городов и университетов); интерактивная графика (в данном случае это были онлайн-тесты на знание достопримечательностей городов и особенностей студенческой жизни); короткие аудиointервью. Представление лонгрида происходило через его размещение в локальной сети.

На заключительном этапе эксперимента студентам было предложено выполнить типовые задания к информативным текстам на немецком языке и повторно проведена диагностика развития навыков и умений учебной автономии обучающихся: после проведения экспериментальной работы количество студентов, показавших пороговый уровень, снизилось на 20% (16 человек), 40 (48%) студентов продемонстрировали базовый уровень, и 27 (32%) студентов достигли продвинутого уровня развития навыков и умений учебной автономии.

Проведенное в ходе ретроспективной рефлексии анкетирование показало следующие результаты: 95% опрошенных высказались за применение лонгридов при обучении иностранному языку; 3% по-прежнему посчитали, что лонгрид может отвлечь обучающихся от работы над собственно текстом; 2% затруднились дать ответ на этот вопрос. Таким образом, подавляющее большинство респондентов положительно оценили работу с учебным лонгридом в рамках проектной деятельности.

Заключение

В результате теоретического изучения дидактических возможностей работы с мультимодальным иноязычным текстом в процессе проектно-ориентированного об-

учения иностранному языку в педагогическом вузе и эмпирического исследования уровней и показателей учебной автономии обучающихся разработан и апробирован на практике алгоритм применения мультимодального иноязычного текста (учебного лонгрида), методическая валидность которого доказана в ходе экспериментального исследования.

Условиями создания учебного лонгрида в рамках практико-ориентированного проекта, направленного на развитие учебной автономии студентов, можно считать изменение характера деятельности обучающихся: переход от репродуктивных заданий к продуктивным и творческим заданиям; самостоятельный подбор мультимедийных элементов: фотографий, видео- и аудиозаписей, инфографики, интерактивных картинок и карт; определение вида конечного продукта и формата представления информации; определение текстовой составляющей лонгрида, внесение коррективов; представление лонгрида через его размещение в локальной сети.

Сравнивая результаты диагностики развития навыков и умений учебной автономии студентов до и после экспериментального обучения, можно прийти к заключению о том, что разработанный и апробированный авторами исследования алгоритм работы с мультимодальным иноязычным текстом (учебным лонгридом) в ходе проектной деятельности является эффективным способом развития учебной автономии обучающихся.

Список литературы

1. Гарипова Г.Р., Изимариева З.Н. Полиmodalность восприятия как фактор повышения успешности овладения иностранным языком // Мир науки, культуры, образования. 2023. № 3 (100). С. 117-119. DOI: 10.24412/1991-5497-2023-3100-117-119.
2. Дронь Е.Н. Работа с текстом как средство осуществления личностно-ориентированного подхода в образовании // Калининградский вестник образования. 2019. № 2 (июль). С. 34-41.
3. Маджуга А.Г., Ажиев А.В., Иркабаева М.В. Лонгрид как ценностно-ориентированная технология в системе личностного развития обучающегося // Вестник психологии и педагогики Алтайского государственного университета. 2024. Т. 6, № 1. С. 43-56.
4. Тапилин Т. Нарративные мультимодальные тексты в цифровых образовательных ресурсах для изучения иностранных языков: цели и принципы использования // Преподаватель XXI век. 2023. Ч. 1. № 4. С. 126-139. DOI: 10.31862/2073-9613-2023-4-126-139.
5. Майер И.А., Селезнева И.П. Поликодовый текст как средство реализации мультимодального подхода к обучению будущего учителя иностранного языка // Вестник Красноярского государственного педагогического университета. 2024. № 2 (68). С. 16-26.
6. Голомшток Е. Лонгриды и слайдовые курсы: чем они различаются и как выбрать подходящий формат. [Электронный ресурс]. URL: <https://skillbox.ru/media/corptrain/longridy-i-slaydovye-kursy-chem-oni-razlichayutsya-i-kak-vybrat-podkhodyashchiy-format/> (дата обращения: 08.12.2024).
7. Пуля В. Как создать мультимедийный лонгрид // Журналист. 2015. № 2. С. 44-46.
8. Купрещенко О.Ф. Учебный лонгрид как мультимодальный текст: к вопросу о специфике жанра // Общество. Коммуникация. Образование. 2020. Т. 11, № 2. С. 69-77. DOI: 10.18721/JHSS.11206.
9. Аникина Ж.С. Учебная автономия как неотъемлемый компонент процесса обучения иностранному языку в XXI в. // Вестник Томского государственного университета. 2011. № 344. С. 149-152.
10. Новикова Н.Н. Проектная работа на занятиях по иностранному языку как важный шаг к учебной автономии // Вестник Костромского государственного университета. Серия: Педагогика. Психология. Социокинетика. 2019. № 2. С. 163-167. DOI: 10.34216/2073-1426-2019-25-2-163-167.
11. Studentenstädte in Deutschland – Beliebtheit, Größe und Preise. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.project-u.info/blog/studentenstaedte-in-deutschland> (дата обращения: 10.12.2024).
12. Die größten Studentenstädte, Unis und Hochschulen 2024. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.studis-online.de/hochschulen/hochschulstaedte/studentenstatistik.php> (дата обращения: 08.12.2024).
13. Beliebte Studentenstädte von A-Z. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.studycheck.de/studium/staedte> (дата обращения: 08.12.2024).
14. Якушева Е.Г. Критерии и уровни сформированности автономной учебной деятельности по иностранному языку студентов неязыковых специальностей // Педагогика. Вопросы теории и практики. 2018. № 4 (12). С. 39-42.

УДК 372.881.111.22
DOI 10.17513/snt.40287

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МНЕМОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ НА ЗАНЯТИЯХ ПО НЕМЕЦКОМУ ЯЗЫКУ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ГРАММАТИЧЕСКОЙ КАТЕГОРИИ РОДА ИМЕН СУЩЕСТВИТЕЛЬНЫХ

Миркина Ю.З., Молчанова А.С.

*ФГАОУ ВО «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта»,
Калининград, e-mail: IMirkina@kantiana.ru, ASamoilova@kantiana.ru*

Цель исследования – выявить на примере обучения грамматической стороне иноязычной речи дидактический потенциал использования приемов мнемотехники в практике преподавания немецкого языка. Вопрос о том, как облегчить процесс восприятия, запоминания, долговременного хранения и успешного воспроизведения новых знаний, получает особую актуальность в современном технологичном и перегруженном информацией мире и ставит перед преподавателями задачу, связанную с поиском новых и эффективных методов преподавания, способствующих активизации процессов памяти обучающихся. В рамках данного исследования отдельное внимание уделяется феномену человеческой памяти, проводится анализ теоретических моделей рабочей памяти, затрагивается работа визуальных, слуховых и прочих каналов восприятия информации. Предлагаемые в работе приемы мнемотехники построены в том числе с опорой на указанную выше модель памяти. Приемы мнемотехники понимаются как особый педагогический инструмент, призванный облегчить процесс овладения иностранным языком на всех этапах его изучения. В ходе исследования и с опорой на научно-методическую литературу выделяются основные этапы мнемического запоминания, а также дается классификация мнемотехнических приемов в целом. Выделены мнемотехнические приемы, наиболее эффективные для обучения грамматическому строю немецкого языка: интеллект-карты, квази-слова, рифмизация, создание образов, символов, работа с ассоциациями и пр. В статье изложен алгоритм работы с приемами мнемотехники, приводятся примеры их использования. Возможности внедрения данного педагогического инструмента в процесс преподавания анализируются во взаимосвязи с процессами памяти. Практическая значимость исследования обусловлена возможностью использования изложенных в работе приемов в практике преподавания немецкого языка.

Ключевые слова: немецкий язык, грамматика, категория рода, мнемотехника, мнемотехнические приемы, память

THE USE OF MNEMONIC TECHNIQUES IN GERMAN LANGUAGE CLASSES FOR MASTERING THE GRAMMATICAL CATEGORY OF GENDER IN NOUNS

Mirkina Yu.Z., Molchanova A.S.

*Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad,
e-mail: IMirkina@kantiana.ru, ASamoilova@kantiana.ru*

Purpose of the study to identify the didactic potential of mnemonic techniques in teaching the German language. Facilitating perception, memorization, long-term retention, and successful reproduction of new knowledge is particularly relevant in today's technology-driven, information-overloaded world, which presents educators with the challenge of finding new and effective teaching methods to activate students' memory processes. In the context of this research, particular attention is paid to the phenomenon of human memory. This includes an analysis of theoretical models of working memory, as well as an examination of the functioning of visual, auditory, and other channels of information perception. The mnemonic techniques suggested in this work are based on this memory model and are understood as a specific pedagogical tool aimed at facilitating foreign language learning at all stages. The research highlights the main stages of mnemonic memorization and provides a classification of mnemonic techniques based on scientific and methodological literature. Some of these techniques are particularly effective for teaching grammatical structures of the German language, such as mind maps, quasi-words, rhyming, imagery and symbolism, and working with associations. The article develops an algorithm for using mnemonic techniques and analyzes the possibilities of integrating these pedagogical tools into the educational framework in relation to memory. The practical significance of the research is determined by the potential application of these techniques in the course of teaching the German language.

Keywords: German language, grammar, gender category, mnemonics, mnemonic techniques, memory

Введение

Традиционно обучение иностранному языку вызывает у обучающихся большие трудности, так как от них требуется не только овладеть значительным количеством лексических единиц, грамматических структур изучаемого языка, но и успешно применить

их в своей иноязычной устной и письменной речи. В связи с этим ключевыми задачами педагогики в рамках преподавания иностранного языка становятся поиск новых, а также адаптация существующих методов, методик и приемов обучения с целью создания ситуаций, способствующих ос-

воению, запоминанию, сохранению и продуктивному воспроизведению материала на иностранном языке. Под пристальным вниманием в связи с этим находится в настоящий момент мнемоника, позволяющая презентовать иноязычную лексику и грамматику в структурированном виде, что значительно упрощает процесс их освоения, запоминания и последующего использования обучающимися в устной и письменной речи на иностранном языке.

Цель исследования – проанализировать существующие приемы мнемотехники с позиции их релевантности для преподавания грамматики немецкого языка и определить приемы, подходящие для работы над категорией рода существительных.

В соответствии с этим в работе поставлены следующие задачи: а) дать обзор дефиниций понятий «мнемоника», «мнемотехнический прием»; б) изучить специфику функционирования человеческой памяти и проанализировать модели памяти; в) конкретизировать и описать мнемотехнические приемы, релевантные для работы с категорией рода имен существительных в немецком языке.

Материалы и методы исследования

В научной литературе существует большое количество дефиниций понятия «мнемоника». Так, например, Э.К. Юсупова определяет мнемотехнику как «комплекс упражнений, увеличивающих общий объем памяти путем образования ассоциативных связей и облегчающих запоминание нужной информации» [1]. По мнению М.А. Зиганова, «мнемотехника представляет собой когнитивную стратегию, основанную на использовании визуальных ассоциаций для последовательной кодировки и хранения информации в человеческом мозге. Этот метод учитывает естественные процессы запоминания, сохранения и воспроизведения информации и предоставляет полный контроль над данными процессами» [2, с. 5]. Аналогичной точки зрения придерживается и Р.Л. Солсо, который рассматривает мнемотехнику как когнитивные стратегии и методы, направленные на оптимизацию процессов кодирования и ретенции информации в памяти, а также на ее последующее воспроизведение [3, с. 248]. В педагогическом процессе мнемотехника находит реализацию в приемах, рассматриваемых в качестве отдельных инструментов, направленных на активизацию процессов восприятия, запоминания, сохранения и/или извлечения из памяти знаний.

Таким образом, мнемотехника, ставя своей целью создание связей между уже

имеющимся и новым опытом, знаниями, стимулирует запоминание и воспроизведение данных с опорой на кодирование информации, предполагает создание ассоциаций, особую систематизацию, классификацию поступающей информации [4] и представляет собой «искусство запоминания, совокупность приемов и способов, облегчающих запоминание и увеличивающих объем памяти путем образования искусственных ассоциаций» [5, с. 85]. Ассоциации и зрительные образы, в свою очередь, впоследствии могут «быть переведены на рефлексивный (автоматический) уровень припоминания», освободившись «от вспомогательных зрительных образов» [2, с. 6]. В процессе формирования указанных ассоциаций, систем и классов большую роль играют эмоциональный компонент, индивидуальный жизненный опыт, культурные особенности и традиции, умение выстраивать логические связи и находить аналогии, развитость образного мышления, что подкрепляет формирующиеся связи, обеспечивает сохранение информации с учетом работы всех видов памяти и предполагает быстрое извлечение нового знания и успешное его использование. Речь идет главным образом о том, что приемы мнемотехники стимулируют работу человеческой памяти, становятся катализаторами для процессов кодирования и декодирования информации, основываясь на личностной специфике и предпочтениях обучающегося и предполагая, что «природная память у всех людей разная» [5, с. 80]. Суть данных приемов заключается в активации работы памяти и механизмов запоминания.

В связи с этим необходимо обратиться к феномену человеческой памяти – явлению многоаспектному, способному сохранять весь пережитый опыт, преломлять его в жизненную историю, связывать с последующими знаниями, переживаниями, впечатлениями и таким способом обеспечивать целостность личности. Память, как отмечает М.А. Зяблицева, успешно поддается тренировке, в результате чего совершенствуются механизмы запечатления, обработки, сохранения и воспроизведения информации как в качественном, так и в количественном и скоростном параметрах [5, с. 8–10]. В контексте данной работы особое значение получает процесс осмысленного запоминания, предполагающий намеренное построение ассоциаций, выстраивание логических связей, цепочек между новой, подлежащей проработке информацией и уже имеющимися в памяти знаниями. Воспроизведение же, в свою очередь, рассматривается как результат успешного запоминания, в рамках кото-

рого происходят узнавание и/или собственно воспроизведение, актуализация и применение нового знания [5, с. 21–22]. В контексте вышесказанного заслуживает внимания четырехкомпонентная модель рабочей памяти, предложенная Аланом Бэддели и предполагающая возможность осуществления контроля потока информации от так называемого центрального исполнителя к «фонологическому циклу», «эпизодическому буферу» и «визуально-пространственному блокноту» и обратно [6, с. 15–31]. Именно «центральный исполнитель» одновременно задействует рабочую и долговременную память, координируя, дополняя, систематизируя информацию, формируя образы, являясь, таким образом, катализатором процессов запоминания и долговременного хранения знаний. В свою очередь, визуальный и звуковой каналы служат основой для ряда мнемотехнических приемов, а их включенность в процессы памяти является основой эффективности указанных приемов.

Мнемическое запоминание представляет собой процесс, включающий четыре этапа.

1. Кодирование (преобразование) элементов (чисел, слов и правил) в зрительные образы. Эти образы формируются в соответствии с определенными правилами. На этом этапе происходят раскрытие и уточнение значения, формообразование и первичные понимание, закрепление и употребление [7, с. 22–23].

2. Слияние в воображении полученных образов и формирование навыка образования ассоциации.

3. Использование определенных мнемотехнических схем.

4. Запоминание последовательности информации, которая сохраняется в течение долгого времени в памяти [2, с. 19].

В научной литературе существует большое количество классификаций мнемотехнических приемов, однако наиболее полной, по мнению авторов работы, является классификация, разработанная В.Д. Шадриковым и Л.В. Черёмошкиной. Исследователи выделяют следующие мнемотехнические приемы [8, с. 98]:

1) группировка – мнемотехнический прием, который основывается на сопоставлении учебного материала по ассоциациям, внешним признакам и смысловому содержанию;

2) классификация – мнемотехнический прием, который заключается в распределении понятий, явлений и предметов в соответствии с их общими признаками;

3) опорные пункты – мнемотехнический прием, подразумевающий выделение определенных частей (цифровых данных, срав-

нений, вопросов, примеров, тезисов, дат, заголовков и т.д.) из целого;

4) мнемический план, суть которого заключается в применении комплекса упражнений, включающих различные поддержки опорных пунктов, обусловленных внутренними и внешними смысловыми связями;

5) ассоциации – мнемотехнический прием, заключающийся в определении связей, которые основаны на сходстве, противоположности или смежности;

6) аналогия – мнемотехнический прием, согласно которому необходимо находить в понятиях, явлениях и предметах, которые разительно отличаются, определенные сходства;

7) схематизация – мнемотехнический прием, предполагающий обобщенное или упрощенное представление изучаемого материала с помощью схематического описания или изображения явлений, объектов, предметов;

8) достраивание изучаемого материала – мнемотехнический прием, основанный на объединении разрозненной информации с помощью вербальных посредников, локальных привязок, связей и т.д. [8, с. 98].

В связи с этим следует отметить, что в большинстве своем приемы мнемотехники используются для успешного освоения лексического материала, а также информации содержательного характера. При этом, однако, они имеют большой потенциал для работы с грамматикой в общем и грамматикой иностранного языка в частности. Как известно, грамматический строй, правила и, в особенности, исключительные случаи требуют максимальных усилий и времени для освоения, закрепления и последующего успешного использования в речи и часто предполагают монотонное, однообразное повторение материала. В свою очередь, именно мнемотехнические приемы, например рифмизация, создание логических цепочек, шифров, образов и иное, позволяют по-иному посмотреть на процесс овладения грамматическим строем иностранного языка, включая в процесс словесно-логическую, образную, эмоциональную, двигательную память.

Результаты исследования и их обсуждение

Категория рода имен существительных представляет особую сложность в процессе изучения немецкого языка. Так, еще М. Твен писал про указанный ранее язык: «У каждого существительного свой род, но не ищите здесь ни логики, ни системы; а посему род каждого существительного в отдельности нужно вы зубрить наизусть. Иного пути

нет» [9]. Маркером рода в немецком языке выступает артикль: для мужского рода *der*, для женского рода – *die*, для среднего рода – *das*. Необходимость запоминать артикль вместе с усваиваемым существительным – одно из ключевых правил, способствующих успешному овладению немецким языком. Это продиктовано тем фактом, что артикль как служебная часть речи несет информацию о роде, падеже, количестве репрезентируемого предмета, а также служит своего рода указателем на известность/неизвестность говорящему предмета, связан с прагматикой высказывания, а также способен «передавать видовую семантику» [10]. В противовес словам М. Твена необходимо отметить, что принадлежность существительного к тому или иному роду, с одной стороны, обусловлена наличием половых признаков объекта номинации. С другой стороны, выделяют еще ряд критериев, которые указывают, к какому роду относится слово – среднему, женскому или мужскому. Целесообразной в рамках работы с категорией рода имен существительных при изучении немецкого языка видится работа в двух проекциях. С одной стороны, мнемотехнические приемы могут служить основой для систематизации и успешного освоения грамматических правил, затрагивающих определение рода лексических единиц. С другой стороны, речь идет о возможности использовать ряд приемов для работы именно с существительными в ходе освоения обучающимися определенных лексических тем (например, «Einkäufe», «Natur», «Gesundheit» и т.д.), классифицируя, группируя и интерпретируя их в контексте и в рамках учебных ситуаций.

Можно выделить несколько способов систематизации и запоминания грамматической информации, например создание интеллект-карт, логических цепочек, символов, ассоциаций, квази-слов, зрительная визуализация изучаемого материала. В свою очередь, Л.В. Мамедова в своей работе в качестве наиболее эффективных мнемотехнических приемов для работы с иностранным языком выделяет метод кодирования по первой букве, рифмизацию, метод пространственной привязки [4], что предполагает функционирование памяти и ее процессов в соответствии с ее законами: осмысления, интереса, установкой контекста, объема знаний, повторения. Применительно к категории рода в немецком языке максимально действенными могут оказаться приемы рифмизации, создания квази-слов и зрительная визуализация. Эти приемы наряду с другими мнемотехниками подходят для работы с родом имен

существительных и могут быть использованы как для запоминания групп лексических единиц, принадлежащих к мужскому, женскому или среднему роду, так и для освоения существующих закономерностей относительно рода существительных в немецком языке.

Так, в рамках изучения лексических единиц по предложенной теме целесообразным может быть создание рифмовок с лексемами одного рода. Подобные рифмы могут быть представлены как парами слов, так и укрупненными группами и получать свое развитие в стихотворениях.

Ср.: *die Wand – die Hand, der Magen – der Wagen, die Flasche – die Tasche, das Netz – das Gesetz, die Pracht – die Macht – die Schlacht* и т.д.

Während der Schlacht // Hat er seine Macht // Und auch die Pracht // Verloren.

Обращаясь к использованию квази-слов, следует вспомнить удачный способ создания выдуманных, несуществующих единиц из суффиксов. Как известно, в немецком языке некоторые морфемы являются идентификаторами рода имен существительных. Так, например, *-ung, -ei, -keit, -heit, -anz, -schaft* и ряд других – это морфемы-маркеры лексических единиц женского рода. Из них можно составить слово *die Keitungheit* или расширить его, введя все перечисленные выше суффиксы женского рода и получив *die Keitungheitanzeischaft*. Таким образом, запомнив определенное квази-слово, можно без усилий идентифицировать родовую принадлежность лексем *Fröhlichkeit, Kindheit, Zeitung, Distanz* и прочих, в составе которых есть суффиксы – элементы данного квази-слова.

Отдельного внимания заслуживают интеллект-карты, призванные систематизировать новую информацию, задействующие образное мышление, фантазию обучающихся. Несомненно, подобные карты эффективно работают при изучении лексического материала, однако могут быть полезны и в освоении грамматической стороны языка. Систематизация правил, исключительных случаев в грамматике немецкого языка происходит с опорой на законы функционирования памяти, в рамках которых следует осознать цель (для чего запоминается информация), понять необходимость данного действия, суметь сконцентрировать внимание на преподаваемом материале, включая в образовательный процесс элементы повторения и осмысления [5, с. 81–83]. Создание структуры изучаемого правила и наполнение данной структуры значимой информацией, примерами не только позволяют систематизировать новые знания, но и сти-

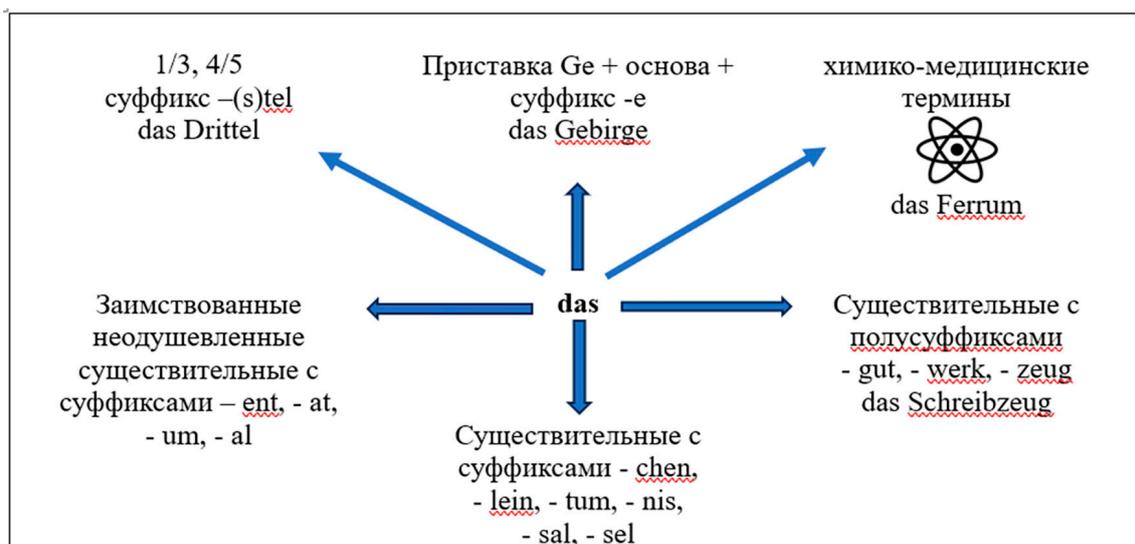
мулируют образное мышление (когда в разрабатываемых картах грамматические явления подкрепляются схемами, иллюстрациями, фигурами и т.д.), воображение, формируют логические связи, что способствует запоминанию данных, формированию связи между новыми знаниями и уже хранящимися в памяти и последующей активизации данных знаний [6, с. 124–125]. Особое значение имеют интеллект-карты в том случае, когда надо запомнить грамматические конструкции, структуры, например в морфологии, когда возможно определение рода существительного по словообразовательной форме. Примером служит карта, разработанная для лексем среднего рода и предполагающая группировку морфем с учетом семантического компонента и включающая примеры (рисунок).

Отдельного внимания заслуживает работа, связанная с запоминанием рода имен существительных, в рамках которой затрагивается морфологический состав лексических единиц. Речь в данном случае идет о создании и развитии «моделирующего мышления студента» [11], в рамках которого, помимо формирования знания относительно рода существительного, происходит усвоение семантики определенных морфем, расширяется «модельный» запас» [11], что впоследствии призвано стимулировать овладение языком в целом и его грамматическим строем в частности. Особое значение здесь приобретает словесно-логическая память, предполагающая запоминание и воспроизведение языковых формул, сочетаний.

Использование интеллект-карт в рамках активизации знаний, грамматических

правил, систематизации грамматических явлений возможно как при работе в группе, так и в рамках индивидуального обучения. При групповой работе рекомендуется следовать следующему алгоритму: обучающиеся в рамках мозгового штурма указывают на способы репрезентации изучаемого явления (в данном случае – определение рода имен существительных по входящей в состав лексемы морфеме) в речи, систематизируя информацию в виде карты и объединяя полученные результаты в общую интеллект-карту. В данном случае предусматривается возможность продолжительной работы над изучаемым явлением, когда на первом занятии формируются индивидуальная и групповая карты, а на следующем – информация в картах дополняется, анализируется, репрезентируется перед аудиторией одним или несколькими обучающимися. С целью последующего успешного запоминания и сохранения изучаемого материала в долговременной памяти рекомендуется проговорить представленное в виде схемы, запечатленное на интеллект-карте правило в рамках смоделированной ситуации, инициированной конференции, выступления и т.п. [6, с. 160].

Групповая работа с формальными признаками рода имен существительных при изучении немецкого языка эффективна при использовании мнемотехнического приема «Цепочки слов», когда один из обучающихся произносит слово, в структуре которого есть морфема – маркер рода, следующий обучающийся повторяет произнесенную лексему и добавляет свою: *die Lehrerin, die Situation, die Malerei, die Union* и т.д.



Интеллект-карта к теме «Средний род существительных»
 Источник: составлено авторами

Отдельных усилий при запоминании требуют исключительные случаи, не подпадающие под общее правило. Так, в немецком языке названия материков, стран, городов и островов – среднего рода. Однако среди общего пласта лексем с указанной семантикой выделяют особые случаи:

1) государства, страны, провинции – женского рода, оканчивающиеся на -ei, -ie, -e;

2) некоторые государства мужского рода (например, der Iran, der Irak, der Sudan и т.д.);

3) некоторые государства множественного числа (например, die USA и т.д.).

Трудность в запоминании в данном случае можно преодолеть, используя мнемотехнический прием «метод мест», заключающийся в следующем: обучающийся придумывает свое пространство, в котором страны-исключения располагаются в определенной отдаленности от изучаемого немецкий язык в зависимости от его индивидуальных предпочтений, ассоциаций, связанных с данными странами, эмоций. Подобный визуальный образ станет базой для успешного процесса запоминания иноязычного материала.

В качестве альтернативного метода запоминания рода имен существительных можно использовать ассоциативные карты, разработка которых основана на формировании искусственных ассоциаций и создании картинок, предметы в которых сгруппированы на основе принадлежности к определенному роду, а в качестве слова-символа выбирается одна из лексем данного рода. Так, при изучении темы «Natur» обучающемуся необходимо овладеть объемным лексическим материалом, твердо усвоив существительные и их род. В качестве возможного мнемотехнического приема целесообразно использовать следующий: из предлагаемого к изучаемой теме списка слов следует выбрать лексемы – символы для существительных мужского, женского и среднего рода и сгруппировать вокруг них остальные единицы, например das Feld для группы слов среднего рода и das Gras, das Heu, das Schädlingsmittel, das Kalb, das Schaf и пр. Последующая работа с ассоциативными картами предполагает разработку ассоциативных ситуаций, в рамках которых лексемы одного рода привязываются друг к другу и включаются в общую историю [12]. В качестве варианта работы с лексикой, принадлежащей к определенному роду, можно предложить создание предложений и рассказов с данными словами. Абсурдность, фантазийность и выдуманность образов и ситуаций в данном случае будут играть роль катализатора процесса запоминания.

Создание естественных и искусственных ассоциаций, которые могут быть представлены, как утверждает М.А. Зяблицева, ссылаясь на Дж.А. Мюллера, в виде ассоциаций-обобщений, ассоциаций-определений, могут ранжироваться по сходству, звучанию, контрасту, находиться в отношениях «часть – целое», выражаться в рамках подчинительного или эгоцентрического ответа, иметь обобщающий или дополняющий характер либо выступать в качестве производных однокоренных слов [5, с. 95–96], задействует при этом в разной степени образную память. Образы должны быть крупными, объемными, цветными, детальными. Обладающие данными свойствами образы максимально стимулируют процесс запоминания нового. Чем ярче ассоциация, тем продуктивнее процесс запоминания нового.

Использование цветowych ассоциаций не означает, что существительные мужского рода следует маркировать синим, женского рода – красным, а среднего – серым, хотя и не исключает подобного приема для фиксации в памяти принадлежности слова к одному из родов. Выбор цвета для идентификации существительных определенного рода может быть индивидуально и ситуативно обусловлен, связан с явлением синестезии, максимально задействует образную память и предполагает построение ассоциативных связей между ощущениями разной природы: цветовое ощущение накладывается на слуховое, визуальное и т.п. Так, например, наложение индивидуальных ассоциаций между процессом обучения и открытием нового, креативностью, прогрессом и соотнесение упомянутого с зеленым цветом будет служить объяснением того, что отдельные обучающиеся предпочитают выделить в учебных тетрадях лексемы die Lehre, die Prüfung, die Promotion, die Forschung указанным цветом.

Дидактический потенциал ассоциаций и ассоциативных карт оптимально использовать при освоении существительных омонимов. При этом важно научить обучающихся формировать образы, связанные с омонимичными единицами, погружая их в контекст и дополняя значимыми деталями. Формируя картинки-ассоциации для существительных омонимов, например для лексем die See – der See, der Kiefer – die Kiefer, der Band – das Band, можно говорить о результативной работе, в рамках которой форма лексической единицы, его грамматические особенности и семантика объединяются и систематизируются в когнитивном пространстве обучающихся.

Заключение

Использование приемов мнемотехники предполагает задействование всех законов функционирования памяти, а именно: закона осмысления, закон интереса, закона установки, закона контекста, закона объема знаний, закона повторения. Мнемотехника является эффективным средством для запоминания и закрепления информации в целом и грамматических категорий, единиц и структур изучаемого иностранного языка в частности. Благодаря использованию различных приемов запоминания на уроках иностранного языка не только облегчается процесс запоминания иноязычной грамматики обучающимися, но и развивается их творческое мышление, растут мотивация и интерес к изучению языка.

В качестве максимально эффективных мнемотехнических приемов для обучения грамматике немецкого языка в общем и для освоения категории рода имен существительных в немецком языке в частности можно выделить: использование интеллектуальных карт, создание ассоциативных карт, работу с естественными и искусственными ассоциациями, введение в процесс обучения квази-слов, применение приемов «цепочка слов», «метод мест», рифмизация. Указанные дидактические инструменты позволяют повысить емкость памяти, стимулируют ее работу, обогащают модельный запас словообразовательных средств.

Список литературы

1. Юсупова Э.К. Теоретические аспекты формирования мнемического плана как прием запоминания в учебной деятельности младших школьников // *Universum: психология и образование*. 2022. № 1(103). С. 16-19.
2. Зиганов М.А., Козаренко В.А. Мнемотехника. Запоминание на основе визуального мышления. М.: Школа рационального чтения, 2011. 304 с.
3. Солсо Р.Л. Когнитивная психология. СПб.: Питер, 2024. 640 с.
4. Мамедова Л.В. Влияние приемов мнемотехники на эффективность изучения английского языка // *Управление образованием: теория и практика*. 2023. Т. 13, № 10-2. С. 27-33.
5. Зяблицева М.А. Моментальные приемы запоминания. Мнемотехника разведчика. Ростов н/Д: Феникс, 2007. 160 с.
6. Scott G.G. 30 Days to a More POWERFUL Memory. NY: AMACOM, 2021. 288 p.
7. Челпанов Г.И. Пособие о памяти и мнемонике. М.: Советские учебники, 2023. 120 с.
8. Шадриков В.Д., Черемошкина Л.В. Мнемические способности: Развитие и диагностика. М.: Педагогика, 1990. 175 с.
9. Твен М. Об ужасающей трудности немецкого языка. Приложения к книге «Пешком по Европе» [Электронный ресурс]. URL: http://lib.ru/INPROZ/MARKTWAIN/r_deitch.txt (дата обращения: 20.07.2024).
10. Аверина А. В. Аспектуальный потенциал артикля и падежных форм в немецком языке // *Вестник Московского государственного областного университета*. Серия: Лингвистика. 2022. № 2. С. 17-29.
11. Иваненко Г.С., Адаева О.Б. Педагогические условия использования морфемки и словообразования как средства формирования у иностранных студентов функциональной грамотности // *Вестник Южно-Уральского государственного гуманитарно-педагогического университета*. 2022. № 5 (171). С. 118-145.
12. Rühl E., Wortschatzarbeit. Wie bleiben neue Wörter leichter im Kopf? // *Deutsch als Fremdsprache*. 2021. № 64. P. 1-9.

УДК 371:37.026.6/.7
DOI 10.17513/snt.40288

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ЛИЧНОСТНОЙ САМОЭФФЕКТИВНОСТИ СТАРШЕКЛАССНИКОВ НА ОСНОВЕ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО КОУЧИНГА

¹Писклова М.В., ²Бекоева М.И.

¹ФГБНУ «Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского»,
Москва, e-mail: mpisklova85@mail.ru;

²ФГБОУ ВО «Северо-Осетинский государственный университет имени К.Л. Хетагурова»,
Владикавказ, e-mail: bekoevamarina@mail.ru

Цель исследования заключалась в обосновании моделирования процесса формирования личностной самоэффективности старшеклассников на основе педагогического коучинга. В качестве методов авторами применяются: моделирование структурного устройства изучаемого объекта, анализ педагогической литературы, блочное представление содержания разработанной модели. Разработанная модель формирования личностной самоэффективности старшеклассников на основе педагогического коучинга характеризуется целостностью, концептуальностью, разносторонностью, многофункциональностью и непрерывностью содержания, структуры и результата образования. Успешность реализации представленной модели обеспечивается комплексом следующих педагогических условий: грамотная постановка цели; рациональное использование ресурсов; правильная расстановка приоритетов; четкое и поэтапное планирование; сосредоточенность и концентрация внимания; умение делегировать обязанности; соответствие типа личностной направленности выбранной профессии, что позволяет увидеть не только элементы, но и связи между ними; сопровождать процесс до его осуществления; выявлять отрицательные последствия и своевременно их скорректировать до реального их проявления. Педагогический коучинг в статье рассматривается как инновационный подход к образованию, который направлен на поддержку педагогов и обучающихся в достижении их образовательных целей через активное взаимодействие, рефлексию и развитие личностной самоэффективности обучающихся. Таким образом, можно заключить, что коучинговый подход в формировании личностной самоэффективности старшеклассников заключается в развитии у них способности самостоятельно формулировать личностно значимые цели, планировать учебно-познавательные действия, осуществлять самостоятельный выбор содержания, уровня сложности заданий, их количества, срока выполнения и отчетности в соответствии с индивидуальным ресурсным потенциалом.

Ключевые слова: старшеклассники, личностная самоэффективность, педагогический коучинг, моделирование

MODELING THE PROCESS OF FORMING PERSONAL SELF-EFFICIENCY OF HIGH SCHOOL STUDENTS BASED ON PEDAGOGICAL COACHING

¹Pisklova M.V., ²Bekoeva M.I.

¹Russian Scientific Center of Surgery named after Academician B.V. Petrovskiy,
Moscow, e-mail: mpisklova85@mail.ru;

²North Ossetian State University named after K.L. Khetagurov,
Vladikavkaz, e-mail: bekoevamarina@mail.ru

The purpose of the conducted study was to substantiate the modeling of the process of forming personal self-efficacy of high school students based on pedagogical coaching. The authors use the following methods: modeling the structural device of the object under study, analysis of pedagogical literature, block presentation of the content of the developed model. The developed model of forming personal self-efficacy of high school students based on pedagogical coaching is characterized by integrity, conceptuality, versatility, multifunctionality and continuity of the content, structure and result of education. The successful implementation of the presented model is ensured by the following set of pedagogical conditions: competent goal setting; rational use of resources; correct prioritization; clear and step-by-step planning; concentration and focus; ability to delegate responsibilities; compliance of the type of personal orientation with the chosen profession, which allows you to see not only the elements, but also the connections between them; accompany the process until its implementation; identify negative consequences and promptly correct them before their actual manifestation. Pedagogical coaching in the article is considered as an innovative approach to education, which is aimed at supporting teachers and students in achieving their educational goals through active interaction, reflection and development of personal self-efficacy of students. Thus, it can be concluded that the coaching approach to the formation of personal self-efficacy of high school students consists in developing their ability to independently formulate personally significant goals, plan educational and cognitive activities, independently choose the content, level of difficulty of tasks, their number, deadlines for completion and reporting in accordance with individual resource potential.

Keywords: high school students, personal self-efficacy, pedagogical coaching, modeling

Введение

В условиях стремительных технологических модернизаций, связанных с цифровизацией всех жизненно важных сфер, педагогическая наука должна реагировать на инновационные процессы и отвечать разработкой и внедрением новых образовательных технологий, методов и подходов для качественного программно-методического обеспечения учебно-воспитательного процесса. Одной из ключевых задач, стоящих перед общеобразовательной школой, является разработка и реализация стратегии образовательного процесса, направленной на личность обучающегося с целью раскрытия его внутреннего потенциала, формирования не только необходимых академических умений и навыков, но и индивидуальных качеств, способствующих развитию его личностной самоэффективности, успешному личностному становлению. Это обуславливает поиск и внедрение эффективных механизмов сознательного саморазвития человека, в процессе которого раскрываются его потенциальные возможности для личностной самореализации [1]. В рамках модернизации общеобразовательной школы трудно переоценить создание моделей образования, основанных на ретроспективном опыте и перспективном поиске инновационных форм, методов и технологий обучения и воспитания. Одним из таких образовательных технологий выступает педагогический коучинг. Успешность личностного саморазвития и творческой самореализации обучающихся через призму педагогического коучинга подтверждается и в исследованиях некоторых ученых, указывающих на значимую роль коучингового подхода в совершенствовании жизненного опыта, получении высоких результатов деятельности, раскрытии человеческой уникальности и т.д. [2; 3].

Анализ научно-теоретических подходов к коучинговым технологиям позволил нам определить педагогический коучинг как инновационное направление в педагогической теории и практике, в основе которого лежит постановка и достижение цели путем мобилизации внутреннего потенциала личности; освоение передовых стратегий получения результата; применение необходимых методов и приемов с наибольшим коэффициентом полезного действия; сопровождение обучающихся не только на пути овладения различными компетенциями, но и улучшения своей жизни в целом, повышения своей личностной самоэффективности [4]. Благодаря своим особенностям: осознанности, целостности, инициативности, целенаправленности, универсальности, ориентирован-

ности на самообразование и самосовершенствование обучающихся – педагогический коучинг на сегодняшний день – одна из результативных педагогических технологий, позволяющих не только овладеть соответствующими компетенциями, но и способствующих развитию творческой активности старшеклассников, вырабатывающих умения представлять и отстаивать собственную позицию, навыков коммуникативного мастерства, умения вести научный диалог, способности к лидерству, к осознанной саморегуляции.

Цель исследования заключается в обосновании разработанной модели формирования личностной самоэффективности старшеклассников на основе педагогического коучинга, который способствует мобилизации собственного потенциала старшеклассников, развитию необходимых способностей, формированию умений и навыков для достижения значимых целей.

Материалы и методы исследования

Для уточнения проблемы и цели исследования, педагогических условий, организационно-методологических, содержательных и оценочно-результативных компонентов процесса формирования личностной самоэффективности старшеклассников на основе педагогического коучинга авторы посчитали целесообразным применение научно-исследовательского метода – моделирования. Являясь мощным инструментом для совершенствования процесса формирования личностной самоэффективности старшеклассников, моделирование способствует более глубокому проникновению в содержание исследуемого объекта. Практическая ценность моделирования в педагогических исследованиях, как отмечают Л.Х. Рустамов и Н.Р. Умматов, определяется, прежде всего, наглядностью, определенностью, объективностью и результативностью [5]. Характерной особенностью моделирования как научного метода является то, что удобная визуализация помогает лучше понять структуру и динамику изучаемой проблемы, облегчает восприятие сложных концептов и способствует более наглядному представлению результатов исследования [6]. Универсальность и высокие исследовательские возможности моделирования определяют результативность использования данного метода для описания всех структурных компонентов научно-категориального аппарата исследования, а также продуктов моделирования в рамках определенных организационно-процессуальных блоков. Как известно, в зависимости от сложности и характера

исследуемого явления моделирование может включать несколько этапов: определение цели, постановку задачи, представление структуры модели, описание условий эффективной ее реализации и, наконец, экстраполяцию, то есть этап непосредственной реализации модели.

В данной статье дается теоретическое описание модели, включая ее основные блоки, организационно-педагогические условия реализации модели и гипотетическое представление результатов исследования. В перспективе планируется эмпирическая проверка результатов реализации представленной модели с подробным описанием хода опытно-экспериментального исследования: контингента испытуемых, базы исследования, диагностического инструментария для выявления уровня сформированности всех компонентов личностной самоэффективности обучающихся, сравнительно-сопоставительный анализ результатов констатирующего и заключительного этапов эксперимента.

Результаты исследования и их обсуждение

Личностная самореализация человека, базирующаяся на совмещении внутренних стимулов и внешних условий саморазвития, выступает объектом изучения различных научных сфер: философии, психологии, педагогики, социологии, культурологи. Впервые понятие «самоэффективность» в науку ввел американский психолог А. Бандура – автор многочисленных исследований проблемы поведения личности и причин тех или иных ее действий. Самоэффективность личности А. Бандура определяет как стержневую детерминанту человеческого поведения, позволяющую достаточно четко спрогнозировать реальное поведение человека; уверенность личности в своей способности максимально эффективно действовать в нестандартных ситуациях; осознание человеком своих возможностей справиться со специфическими задачами и с учетом этого определить стратегию и способы своих дальнейших действий [7, с. 75–78]. Она реализуется в первую очередь через внутренние резервы человека, скрытый потенциал, умение выбора наиболее эффективной стратегии деятельности, поведения в целом. Большое значение имеет способность к объективной оценке личностью собственных способностей справляться с поставленными задачами в сложной ситуации.

Многообразие подходов обосновывается тем, что личностная самоэффективность является многоуровневым психолого-педагогическим явлением, в том числе учитыва-

ющим специфику деятельности личности. Процесс формирования личностной самоэффективности старшеклассников на основе педагогического коучинга, как сложная система, описывается выполняемыми функциями, конструктивной структурой и логически связанными блоками [8]: *целевым* (формирование личностной самоэффективности старшеклассников на основе педагогического коучинга путем создания специальных педагогических условий); *теоретико-методологическим* (учебно-методическое обеспечение инновационного образовательного процесса, способствующего формированию личностной самоэффективности обучающихся; функциональные компоненты, концептуальные идеи); *содержательно-процессуальным* (методы, технологии и принципы реализации инновационной образовательной деятельности); *оценочно-результативным* (уровни, критерии, показатели сформированности личностной самоэффективности старшеклассников, конечный результат).

Целевой блок, содержащий основную идею создания и функционирования разработанной модели, а также задачи, решение которых способствует достижению цели исследования, имеет прогностическую направленность, так как предопределяет результат проводимого исследования. Содержание данного блока обусловливается требованиями, предъявляемыми государством к уровню подготовки выпускников общеобразовательной школы. Как известно, любая цель направлена на достижение определенного результата через решение соответствующих задач. Именно поэтому при формулировании цели реализации исследуемого процесса авторы акцентировали свое внимание не только на формировании личностной самоэффективности старшеклассников, но и определяли необходимые для данного процесса действенные средства. В качестве такого педагогического средства в исследовании был реализован *педагогический коучинг*.

Теоретико-методологический блок играет ключевую роль в обеспечении качества и достоверности модели формирования личностной самоэффективности старшеклассников на основе педагогического коучинга, а также в ее успешной адаптации к реальным условиям. В ходе научно-педагогического анализа исследований по обозначенной проблеме было выявлено, что процесс формирования личностной самоэффективности старшеклассников на основе педагогического коучинга подчиняется *деятельностному, личностному и практико-ориентированному* подходам.

Деятельностный подход в образовании выражается в том, что обучающийся становится активным субъектом учебно-познавательной деятельности; овладение наукой и культурой, способами познания и преобразования мира осуществляется преимущественно на основе собственной активной деятельности; формирование и совершенствование индивидуальных качеств происходит через мотивированное обучение старшеклассников самостоятельной постановке целей и нахождению путей и средств их достижения. Исследование самоэффективности как уверенности в собственных силах, возможностях и способностях, как прогностического параметра эмоционального благополучия позволяет утверждать, что она способствует не только улучшению психоэмоционального состояния, но и формированию способности к успешному преодолению жизненных препятствий [9].

Содержание *личностного подхода* отражается в том, что ведущей ценностью в исследовании признаются индивидуальные качества обучающихся, особенно в сфере их личностной самоэффективности. Именно на указанные психологические новообразования направлено педагогическое моделирование. Одной из ценностей процесса формирования личностной самоэффективности старшеклассников является возможность повышения уровня конкурентоспособности в условиях современного рынка труда.

Для *практико-ориентированного подхода* очень важно установить практическую значимость заявляемого идейного ядра научной работы. Практико-ориентированный подход в образовании направлен не столько на овладение теоретическими знаниями, умениями и навыками, сколько на усвоение опыта практической деятельности с целью формирования универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, рекомендованных образовательными стандартами нового поколения.

Содержательно-процессуальный блок модели состоит из двух частей – содержательной и процессуальной. *Содержательная часть* отражает содержание целостного процесса формирования личностной самоэффективности старшеклассников на основе педагогического коучинга в контексте с основными педагогическими условиями, обеспечивающими успешность данного процесса. *Процессуальная часть* включает все те инструменты и подходы, которые позволяют исследователю организовать учебно-воспитательный процесс таким образом, чтобы он был максимально эффективным и соответствовал целям образования. В процессуальной части блока описываются

методы и приемы, которые используются для достижения поставленных целей; усвоения способов взаимодействия со старшеклассниками, направленных на регулярное осуществление конструктивной обратной связи от учителей и родителей, которая помогает обучающимся осознавать свои сильные стороны и работать над слабыми; формирования навыков планирования времени, развития способности ставить перед собой амбициозные цели и прилагать усилия для их достижения.

Оценочно-результативный блок, как важная часть любой образовательной модели, представлен концептуальными обобщениями результатов эмпирического исследования; совокупностью диагностического инструментария и технологий оценивания качества образовательного процесса и его результатов; комплексом методов, средств и приемов, необходимых для проведения промежуточных и заключительных контрольных процедур, достижения поставленных образовательных целей; перечнем планируемых результатов, к которым необходимо стремиться преподавателям и старшеклассникам. Данный блок в структурно-функциональной модели формирования личностной самоэффективности старшеклассников на основе педагогического коучинга выполняет аналитическую функцию. Необходимость включения оценочно-результативного блока в перечень основных элементов структурно-функциональной модели обусловлена необходимостью получения достоверной информации о траектории процесса педагогического сопровождения формирования самостоятельности обучающихся.

Все блоки модели взаимосвязаны, что обеспечивает высокую результативность их успешного применения. Успешность процесса личностной самоэффективности в условиях современного информационного общества в статье связана также с такими *организационно-педагогическими условиями*: педагогическое содействие грамотной постановке целей старшеклассниками и устойчивой уверенности в их достижении; воспитание осознанного отношения старшеклассников к рациональному использованию объективных и субъективных ресурсов для решения поставленных задач; формирование готовности старшеклассников к поэтапному и четкому планированию предстоящих дел на основе правильной расстановки приоритетов; культивирование у старшеклассников потребности в самоменеджменте, самореализации и социальной инициативности.

Анализ содержания и структуры разработанной структурно-функциональной

модели формирования личностной самоэффективности старшеклассников на основе педагогического коучинга позволяет утверждать, что моделирование, как процесс установления и реализации приоритетных направлений в разрешении проблемы исследования через существующие факторы влияния на исследуемый предмет, можно отнести к эмпирическим методам педагогического исследования. По сути, личностная самоэффективность – это сформированная на знаниях и прежних переживаниях убежденность личности в своих способностях добиваться определенных результатов при определенных ресурсных затратах.

Личностная самоэффективность старшеклассников, как ведущий фактор успешной самореализации, проявления творческой активности, не абстрактное понятие, а совокупность конкретных методов и приемов, позволяющих старшеклассникам оптимизировать процесс полного раскрытия своих потенциальных возможностей, добиться поставленных целей с незначительными затратами ресурсов и образующих функциональную систему [10]. Вера в собственные усилия, осознание того, что успех зависит от приложенных усилий, а не только от внешних факторов, укрепляет чувство контроля над ситуацией [11]. Чем выше личностная самоэффективность, тем больших результатов ожидает от себя человек при равных затратах.

Заключение

Таким образом, системное, целостное представление о педагогическом коучинге, как стратегическом ориентире развития инновационной образовательной технологии формирования личностной самоэффективности, выделение специфических особенностей и функций, обоснование критериев, показателей и уровней сформированности основных ее компонентов выступает теоретической предпосылкой для исследования тенденций успешного формирования личностной самоэффективности. Педагогический коучинг в таком случае следует рассматривать как инновационный подход к образованию, который направлен на поддержку педагогов и обучающихся в достижении их образовательных целей через активное взаимодействие, рефлексию и развитие личностной самоэффективности обучающихся. Он основывается на принципах сотрудничества, взаимного доверия и равноправия

между участниками образовательного процесса. При таком подходе старшеклассники в будущей своей профессиональной деятельности будут демонстрировать способность к социальной активности и профессиональной удовлетворенности. Они будут отличаться высокой степенью социальной адаптации, психической устойчивостью и готовностью к получению максимального результата в достижении поставленных целей за минимальный промежуток времени. Это поможет им осознать свою способность управлять собственной жизнью и достигать поставленных целей.

Список литературы

1. Вареца Е.С., Дохолян А.М., Белоус О.В. Формирование личностной саморегуляции как личностного потенциала // Новое в психолого-педагогических исследованиях. 2021. №3–4(63). С.147–154. DOI:10.51944/2072-2516_2021_3-4_147.
2. Волчегорская Е.Ю. Теоретические аспекты коучингового сопровождения профессионального становления студентов педагогического колледжа // Балтийский гуманитарный журнал. 2020. Т. 9, № 3 (32). С. 195–198. DOI: 10.26140/bgz3-2020-0903-0048.
3. Лагода В.А., Киселева Л.В. Педагогический коучинг как способ развития творческой самореализации учащихся во внеурочной деятельности // Научный альманах. 2021. № 4–1 (78). С. 178–182.
4. Петриенко С.Е., Тараканова И.В. Коучинговый подход в процессе обучения // В сборнике: Современные концепции развития науки. Сборник статей Международной научно-практической конференции (Уфа, 16 марта 2018 г.). Уфа: ООО «ОМЕГА САЙНС», 2018. С. 89–91.
5. Рустамов Л.Х., Уматов Н.Р. Теоретические основы педагогического моделирования // Наука и мир. 2020. № 2–2 (78). С. 59–62.
6. Шилина Н.В. Моделирование в педагогике как метод научного познания // Медико-биологические и психолого-педагогические аспекты адаптации, социализации и реабилитации человека: Сборник научных статей по итогам круглого стола со всероссийским и международным участием (Москва, 16 февраля 2022 г.). М.: ООО «КОНВЕРТ», 2022. С. 45–47.
7. Bandura A. Exercise of human agency through collective efficacy. *Current Directions in Psychological Science*. 2000. Т. 9, № 3. С. 75–78. DOI: 10.1111/1467-8721.00064.
8. Бекова М.И., Писклова М.В. Педагогический коучинг как эффективная технология повышения личностной эффективности студентов // ЦИТИСЭ. 2021. № 3 (29). С. 387–395. DOI: 10.15350/2409-7616.2021.3.31.
9. Савенко Ю.С. Академическая самоэффективность как ресурс эмоционального благополучия подростков // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. 2023. № 209. С. 143–152. DOI: 10.33910/1992-6464-2023-209-143-152.
10. Грибоедова О.И. Знания о себе и психологическое благополучие подростков // Человеческий капитал. 2023. № 10 (178). С. 167–179. DOI: 10.25629/HC.2023.10.16.
11. Шевелёва А.М., Овсиенко Г.Л. Взаимосвязь самоэффективности и профессионального самоопределения у школьников // Профессиональные представления. 2024. № 1 (16). С. 83–92.

УДК 372.87:37.036
DOI 10.17513/snt.40289

РАЗВИТИЕ ТВОРЧЕСКИХ СПОСОБНОСТЕЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ФЕЛТИНГА В СИСТЕМЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Полынская И.Н.

*ФГБОУ ВО «Алтайский государственный педагогический университет»,
Барнаул, e-mail: julka-nv@mail.ru*

Цель работы – исследование развития творческих способностей обучающихся в процессе освоения фелтинга в системе дополнительного образования. Был использован комплекс методов исследования: анализ психолого-педагогической и методической литературы, понятийно-терминологический анализ литературы по проблеме исследования; методы наблюдения, беседы, диагностики, сравнения, анализ продуктов творчества детей; педагогическое исследование; обработка полученных результатов. Разработанные методические рекомендации направлены на обучение технике фелтинга. Предложенные приемы и средства способны оказать влияние на развитие творческих способностей обучающихся среднего школьного возраста. Разработанные критерии оценки работ обучающихся помогли детально изучить полученные результаты, объективно провести мониторинг всех этапов исследования. Статистические данные показателей после проведенных расчетов по критериям, полученных на всех этапах исследования, дают теоретические и практические основания решать педагогические задачи развития творческих способностей обучающихся в процессе освоения фелтинга, а также подтверждают целесообразность разработанных методических рекомендаций. Сухое валяние является хорошим способом вовлечения обучающихся в ручной труд, всесторонне развивает подростков, дает возможность выявления у них способностей и одаренности. В процессе проведенного исследования значительно улучшились умения и навыки в работе с шерстью, а применение педагогических технологий в обучении содействует более эффективному и качественному развитию творческих способностей, мышления, воображения. Практическая значимость обусловлена тем, что полученные материалы исследования могут быть использованы преподавателями технологии, изобразительного и декоративно-прикладного искусства как в общеобразовательной школе, так и в системе дополнительного образования.

Ключевые слова: творческие способности, обучение, обучающиеся, учебно-воспитательный процесс, методические рекомендации, дополнительное образование, фелтинг, валяние, шерсть

DEVELOPMENT OF CREATIVE ABILITIES OF STUDENTS IN THE PROCESS OF MASTERING FELTING IN THE SYSTEM OF ADDITIONAL EDUCATION

Polynskaya I.N.

Altai State Pedagogical University, Barnaul, e-mail: julka-nv@mail.ru

The purpose of the work – study of the development of creative abilities of students in the process of mastering felting in the system of additional education. A set of research methods was used: analysis of psychological, pedagogical and methodological literature, conceptual and terminological analysis of literature on the research problem; methods of observation, conversation, diagnostics, comparison, analysis of children's creative products; pedagogical research; processing of the obtained results. The developed methodological recommendations are aimed at teaching the felting technique, the proposed techniques and means can influence the development of creative abilities of middle school students. The developed criteria for assessing the students' work helped to study in detail the obtained results, to objectively monitor all stages of the study. The statistical data of the indicators after the calculations based on the criteria obtained at all stages of the study provide theoretical and practical grounds for solving pedagogical problems of developing students' creative abilities in the process of mastering felting, and also confirm the appropriateness of the developed methodological recommendations. Dry felting is a good way to involve students in manual labor, thereby comprehensively developing adolescents, with the possibility of identifying their abilities and giftedness. In the course of the study, the skills and abilities in working with wool significantly improved, and the use of pedagogical technologies in teaching contributes to a more effective and high-quality development of creative abilities, thinking, and imagination. The practical significance is due to the fact that the obtained research materials can be used by teachers of technology, fine and decorative arts, both in a comprehensive school and in the additional education system.

Keywords: creativity, learning, students, educational process, methodological recommendations, additional education, felting, felting, wool

Введение

Вопрос о развитии творческих способностей обучающихся является важной проблемой сферы образования. Необходимость развития творческих способностей и интересов обучающихся сформулирована в Федеральном законе от 29.12.2012 г.

№ 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации». Согласно статье 48 данного Закона, педагогические работники обязаны развивать у обучающихся познавательную активность, самостоятельность, инициативу, творческие способности, формировать гражданскую позицию, способность к труду

и трудолюбие [1]. Творческие способности представляют собой синтез индивидуальных психофизиологических характеристик личности и новых качественных состояний, таких как изменения в восприятии, мышлении, мотивации и жизненном опыте. Эти состояния формируются в ходе выполнения новой для человека деятельности, например при решении проблемных задач, что приводит к эффективным результатам или созданию субъективно и объективно нового продукта, будь то идея, предмет или художественное произведение. Существенное влияние на развитие творческих способностей и активности оказывает социальная и воспитательно-образовательная среда. Особая актуальность заключается в научном осмыслении проблемы творческого развития обучающихся в системе дополнительного образования с возможностью реализации разработанного курса обучения технике «фелтинг».

Снижение ручного труда школьников и постепенный переход к цифровой трансформации образования происходят повсеместно, что является значимой проблемой современного общества. Учитывая необходимость внедрения инновационных подходов, важно не забывать о традициях. Нужно искать возможности грамотно совместить опыт прошлых лет и современную реальность. Ручной труд является особым видом деятельности, в рамках которой развивается «ручной интеллект», выступающий, в свою очередь, элементом общих когнитивных и творческих способностей человека. Многие педагоги, понимая это, пытаются вовлечь воспитанников в творческий ручной труд, который способствует формированию активной творческой личности, обладающей духовно-нравственными ценностями, гуманистическими идеями, способной к самостоятельной созидательной работе.

Предметом исследования становится фелтинг – вид декоративно-прикладного творчества, он является весьма приятным и полезным хобби. При работе с шерстью развиваются мелкая моторика, внимательность, креативность, формируется художественный вкус. Данное исследование сосредоточено на работе Н.В. Герасимовой, в которой автор акцентирует эстетическую значимость художественного развития детей в процессе занятий с натуральной шерстью и предоставляет отличные возможности для вдохновения на творческую деятельность [2]. Фелтинг (от слова felt — «войлок, фильц, набивание») представляет собой уникальную технику рукоделия. В ходе данного процесса из шерсти для валяния создаются рисунки на ткани или войлоке, а также

объемные игрушки, панно, декоративные элементы, предметы одежды и аксессуары. Исключительно натуральная шерсть обладает свойством сваливаться, формируя войлок. В работе О.В. Колмогорцевой отмечено, что, работая с войлоком, обучающиеся знакомятся с основами декоративно-прикладного искусства, колористикой, композицией [3]. Исследователь традиций и инноваций войлочного прикладного искусства башкир З.Ф. Хасанова подробно описывает технику валяния из шерсти [4]. Эта техника напоминает лепку. Сухое валяние – уплотнение комочков шерсти с помощью специальных игл. Данный способ называют также фильцеванием (от англ. felting, нем. filzen). Для работы с войлоком сухого валяния (needle felting) нужны будут только поролоновая губка (или щетка-мат), специальные иглы для валяния и, конечно, качественная шерсть, а также можно использовать синтепон или холлофайбер. Для дальнейшей работы была поставлена **цель**: исследование развития творческих способностей обучающихся в процессе освоения фелтинга в системе дополнительного образования.

Для достижения цели и решения проблемы были поставлены следующие задачи:

- на основе анализа психолого-педагогической литературы рассмотреть проблему развития творческих способностей у младших подростков, раскрыть понятие «развитие творческих способностей» применительно к обучающимся;

- провести диагностику по выявлению исходного уровня развитости творческих способностей у подростков на начальном этапе исследования;

- разработать рабочую программу дополнительного образования «Фелтинг», методические рекомендации, приемы и средства, способные оказать влияние на развитие творческих способностей обучающихся среднего школьного возраста;

- апробировать методические рекомендации и провести педагогический эксперимент;

- разработать критерии оценки творческих способностей обучающихся, согласно им составить процентное соотношение уровня развитости творческих способностей;

- экспериментально проверить полученные результаты;

- провести сравнительный анализ этапов эксперимента, изложить основные выводы.

Автор подчеркивает, что для осуществления перечисленных учебно-воспитательных задач учителю необходимо придерживаться определенной системы и использовать разнообразную методику работы с учениками [5].

Таблица 1

Уровни творческих способностей детей

Параметры	Низкий уровень (3)	Средний уровень (4)	Высокий уровень (5)
Компоновка изделия	Неправильная передача соотношений размеров деталей изделия; детали изделия слишком большие или слишком маленькие, отсутствие единого образа. Диспропорция изделия	В изделии присутствуют незначительные ошибки в масштабировании отдельных деталей	Компоновка деталей изделия целостна, правильно подобран размер отдельных деталей. Изделие выглядит гармонично, пропорционально, детали соразмерны целостной форме
Аккуратность	Работа выполнена неаккуратно – в изделии присутствует лишняя шерсть либо отмечается ее нехватка, торчат волосинки шерсти, выглядит небрежно, присутствуют рыхлость шерсти, недостаточная плотность	В изделии присутствуют незначительные торчащие волосинки шерсти, плотность изделия умеренная	Работа выполнена аккуратно, чисто, отсутствуют излишки шерсти. Плотность изделия в норме
Владение шерстью	Минимальный уровень владения шерстью – шерсть в изделии имеет низкую плотность или слишком высокую, присутствуют торчащие волосинки	Присутствуют небольшие ошибки в работе с шерстью, на некоторых участках шерсть имеет большую или меньшую плотность валяния	Изделие из шерсти свалено равномерно, отсутствуют недоработанные участки, плотность изделия доведена до необходимого уровня
Цветовое решение	Работа выполнена одним цветом, без добавления акцентов, не соответствует образу либо имеет излишнюю цветовую гамму	Грамотное цветовое решение, с небольшими недоработками. Присутствует необходимая цветовая гамма	Цвет в изделии максимально приближен к цвету создаваемого объекта, сделан упор на акцентирующие моменты
Оригинальность	Работа выполнена четко по образцу, без каких-либо дополнений, изделие упрощено, банально, стереотипно, отсутствует оригинальность	Работа выполнена по образцу, с добавлением собственных элементов	Изделие выполнено самостоятельно, в меру насыщено декоративными элементами, присутствует оригинальность решения

Материал и методы исследования

Для решения поставленных задач и проверки исходных теоретических положений был использован комплекс методов исследования: анализ психолого-педагогической и методической литературы, понятийно-терминологический анализ литературы по проблеме исследования; методы наблюдения, беседы, диагностики, сравнения, анализ продуктов творчества детей; педагогическое исследование; обработка полученных результатов.

Для определения показателей творческих способностей обучающихся были разработаны средства оценки результатов работ в обучении сухому валянию, которые наполнены необходимым содержанием для анализа всех этапов исследования.

Уровни развитости творческих способностей обучающихся: низкий, средний и высокий, их описание представлено в таблице 1.

В качестве оцениваемых работ использовались:

– на констатирующем этапе педагогического эксперимента – «смайлик»;

– на формирующем этапе педагогического эксперимента – «сердце», «яблоко», «ягодка», «дракон», «заяц»;

– на контрольном этапе педагогического эксперимента – создание собственного изделия.

В исследовании приняли участие 30 подростков, обучающихся в средних общеобразовательных школах г. Барнаула Алтайского края.

Все испытуемые принадлежат к возрастному периоду 10–12 лет.

Результаты исследования и их обсуждение

Первый этап опытно-экспериментальной работы преследовал цель – определить уровень начальных знаний, практических умений и навыков работы с шерстью, выявить трудности, возникшие у обучающихся в ходе самостоятельного оформления работы в технике фелтинг, а также определить уровень творческих способностей для дальнейшего исследования.

Таблица 2

Результаты анализа первого этапа опытно-экспериментальной работы

Параметры	Название работы	Уровень развитости творческих способностей		
		Низкий	Средний	Высокий
Компоновка изделия	Смайлик	61%	17%	22%
Аккуратность		58%	26%	16%
Владение шерстью		62%	18%	20%
Цветовое решение		56%	22%	21%
Оригинальность		66%	20%	14%
Среднее значение		60,8%	20,6%	18,6%

В предложенном практическом задании обучающимся необходимо было свалить смайлик из шерсти, самостоятельно выбрать размер, цвет и форму, определиться с мимикой и внешними особенностями, дополнить образ декоративными элементами. Материал – шерсть, иглы для валяния, щетка, ножницы. Результаты анализа первого этапа исследования представлены в таблице 2.

Высокий уровень среднего значения по всем показателям равен 18,6%, такие значения вполне оправданны и закономерны, так как обучающиеся только знакомятся с техникой сухого валяния, с необходимыми инструментами и материалами для работы. У обучающихся еще нет достаточного опыта и теоретических знаний по фелтингу, поэтому немногим удается достичь высоких результатов. Лишь некоторые добиваются аккуратности в своей работе, вносят коррективы и создают оригинальный и уникальный продукт творческого самовыражения. Примером высокого уровня может служить работа Маши С. (рис. 1).



Рис. 1. «Смайлик». Маши С.

Правильно подобран размер глаз, носа, рта и бровей, о чем свидетельствует гармоничный внешний вид. Работа выполнена аккуратно, отсутствуют излишки шерсти. Плотность изделия в норме, все участки проработаны. Цветовая гамма имеет четыре

цвета, гармонично сочетающихся между собой. В изделии присутствует декоративный элемент в виде волос, смайлик имеет свою мимику, что свидетельствует об оригинальности решения.



Рис. 2. «Смайлик». Марина Т.



Рис. 3. «Смайлик». Артем В.

Средний уровень среднего значения по всем показателям равен 20,6%. Такие цифры говорят о том, что обучающиеся знают и понимают теоретическую часть, но еще не отработан навык практической работы, у них отсутствует опыт работы с шерстью и иглами для валяния. В работе нарушена плотность изделия, наличествуют небольшие торчащие ворсинки, заметна небольшая диспропорция, сделан акцент

на добавлении украшения в виде недоработанного цветочка, смайлик выглядит менее аккуратно. Примером среднего уровня служит работа Марины Т. (рис. 2). Низкий уровень равен 60,8%, его имеют наибольшая часть обучающихся. Это вполне закономерно, ведь большинство обучающихся лишь знакомятся с техникой сухого валяния, у них отсутствуют либо недостаточно развиты навыки практического пользования инструментами и материалами для создания изделий из шерсти. У них возникают проблемы с компоновкой изделия, нарушена пропорциональность создаваемого объекта, ребята редко задумываются о добавлении декоративных элементов. Пример работы низкого уровня показан на рисунке 3, автором изделия является Артем В. (рис. 3). Работа выполнена неаккуратно, нет ровного круга у основания, плотность шерсти на разных участках разная, присутствует рыхлость, изделие имеет стереотипный, тривиальный вид, не отличается оригинальностью.

Второй этап опытно-экспериментальной работы (формирующий) преследовал цель проверить практическую значимость разработанной автором методики, направленной на развитие творческих способностей обучающихся в процессе освоения фелтинга в системе дополнительного образования.

Для дальнейшей работы были поставлены следующие задачи:

- повысить уровень теоретических знаний и практических умений;
- проанализировать рост развития творческих способностей младших подростков в процессе обучения сухому валянию.

Комплекс заданий составляет содержание формирующего этапа эксперимента, методика строится на постепенном овладении практическими приемами и навыками работы с шерстью, а также формировании творческих способностей обучающихся.

На формирующем этапе эксперимента особое внимание уделялось подробному объяснению задания обучающимся и практическому показу педагогом приемов и способов работы в технике «фелтинг». Способы и приемы работы в процессе обучения технике «фелтинг» подробно изложены в работе Е.Н. Хурбугулдаевой. Она рекомендует начинать знакомство с валянием с простых объектов, таких как шары или бусины, постепенно переходя к более сложным изделиям [6].

Разработанные методические рекомендации прошли апробацию на младших подростках. Обучающиеся изучают свойства шерсти, синтепона, холлофайбера, основы цветоведения, учатся валять плоские и объемные формы, применять в работе каркас,

создают собственные украшения, поделки, а также разрабатывают уникальное и своеобразное изделие по своим задумкам. Своеобразие выполнения задания понимается как возможность передавать основные формы объекта и одновременно сознательно его изменять с целью оригинального и самостоятельного авторского (детского) исполнения [7].

Комплекс заданий данного этапа эксперимента заключался в проектировании и создании обучающимися следующих изделий: «Сердце» (рис. 4), «Яблоко» (рис. 5), «Ягода» (рис. 6), «Заяц» (рис. 7), «Дракон» (рис. 8).



Рис. 4. Варя Б.



Рис. 5. Рома С.



Рис. 6. Лена О.

Таблица 3

Результаты анализа второго (формирующего) этапа
опытно-экспериментальной работы

Параметры	Название работы	Уровень развитости творческих способностей		
		Низкий	Средний	Высокий
Компоновка изделия	Яблоко	48%	20%	32%
	Дракон	31%	25%	44%
Аккуратность	Яблоко	50%	23%	27%
	Дракон	42%	19%	39%
Владение шерстью	Яблоко	48%	24%	28%
	Дракон	32%	30%	38%
Цветовое решение	Яблоко	44%	21%	35%
	Дракон	30%	27%	43%
Оригинальность	Яблоко	53%	22%	25%
	Дракон	31%	35%	34%
Среднее значение	Яблоко	48,6%	22%	29,4%
	Дракон	33,2%	27,2%	39,6%



Рис. 7. Клим А.



Рис. 8. Полина Т.

В таблице 3 представлен анализ выборочных работ («Яблоко» и «Дракон») обучающихся формирующего этапа педагогического эксперимента. Работы оценивались по разработанным критериям, которые использовались на первом этапе опытно-экспериментальной работы.

Рассматривая данные таблицы 3, можно заметить динамику показателей по сравнению с констатирующим этапом исследования, где среднее значение было 18,6%. На формирующем этапе показатели постепенно растут, при выполнении второй работы показатели среднего значения стали 29,4%, а при выполнении четвертой работы – стремятся к 40%. Обучающихся, относящихся к данной категории, становится все меньше. При выполнении четвертой работы автор отнес в эту категорию 33% детей от общего числа обучающихся. Такие показатели демонстрируют, что обучающиеся начинают овладевать практическими умениями и навыками работы с шерстью. Изделия становятся более проработанными, пропорционально правильными, без торчащей шерсти, с достаточной плотностью, с умеренным разнообразием цвета, аккуратными и оригинальными.

Третий этап опытно-экспериментальной работы (контрольный) заключался в проверке результативности и определении эффективности разработанных методических рекомендаций, выявлении итогового уровня развитости творческих способностей обучающихся в процессе освоения фелтинга, подведении итогов педагогического исследования.

Завершающий этап экспериментальной работы заключался в проведении практического занятия по созданию собственного изделия на тему: «Животные и птицы». В задании обучающимся необходимо было показать все свои наработанные и полученные знания, умения и навыки работы с шерстью в технике «фелтинг», а также проявить фантазию, оригинальность и образное решение животного или птицы.

Таблица 4

Результаты анализа третьего (контрольного) этапа
опытно-экспериментальной работы

Параметры	Название работы	Уровень развитости творческих способностей		
		Низкий	Средний	Высокий
Компоновка изделия	Итоговая	13%	20%	67%
Аккуратность	Итоговая	16%	23%	61%
Владение шерстью	Итоговая	10%	22%	68%
Цветовое решение	Итоговая	12%	18%	70%
Оригинальность	Итоговая	15%	16%	69%
Среднее значение	Итоговая	13,2%	19,8%	67%

Все работы были оценены в соответствии с ранее разработанными критериями, которые были протестированы на всех этапах педагогического эксперимента. Кроме того, были изучены навыки и умения, связанные с практической деятельностью, у обучающихся в возрасте 10–12 лет, а также уровень их творческих способностей. Все показатели представлены в таблице 4.

Исходя из средних значений по критериям оценивания, приведенных в таблице 4, можно заметить, что позиция высокого уровня составила 67%, то есть на 27% выше по сравнению с результатами формирующего этапа эксперимента. Техника выполнения у обучающихся стала гораздо лучше, появилась более тщательная проработка деталей, конструкция изделия более пропорциональна и соразмерна. Изделия приобрели аккуратность, завершенность, оригинальность и образность. Техника валяния из шерсти несложна, очень увлекательна и подкреплена стопроцентным положительным результатом – изделием [8]. Примером работ высокого уровня служат изделия Яны Ш. (рис. 9), Влада С. (рис. 10), Евы К. (рис. 11), Оли П. (рис. 12). Средний уровень несколько понизился – с 27% до 19,8%, низкий уровень уменьшился на 19,8% и стал 13,2%.



Рис. 10. Влад С.



Рис. 11. Ева К.



Рис. 9. Яна Ш.



Рис. 12. Оля П.

Заключение

Статистические данные показателей после проведенных расчетов по критериям, полученных на всех этапах исследования, дают теоретические и практические основания решать педагогические задачи развития творческих способностей обучающихся в процессе освоения фелтинга, а также подтверждают целесообразность разработанных методических рекомендаций. Сравнительный анализ исследования включил в себя систематизацию всех этапов педагогического эксперимента. Результаты показывают положительную динамику роста уровня по всем параметрам разработанных критериев оценки творческих работ младших подростков. Значительный рост показателей на высоком и среднем уровне и снижение на низком уровне позволяют говорить об уверенной методической и практической составляющей опытно-экспериментальной работы. Разработанные методические рекомендации дают возможность успешно решать проблемные задачи, развивать творческие способности обучающихся 10–12 лет в процессе занятий фелтингом в системе дополнительного образования.

Список литературы

1. Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ (ред. от 04.08.2023) «Об образовании в Российской Федерации».

[Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/ (дата обращения: 10.11.2024).

2. Герасимова Н.В. Живопись натуральной шерстью, как один из видов художественного развития детей // Вестник науки. 2023. Т. 2, № 12(69). С. 657-660. URL: <https://www.vestnik-nauki.pf/article/11449> (дата обращения: 10.11.2024).

3. Колмогорцева О.В., Савлущинская Н.В. Особенности создания программы по валянию из шерсти в дополнительном образовании // Наукосфера. 2023. № 3-2. С. 113-117.

4. Хасанова З.Ф. Производство войлока у башкир: традиции и новации // Вестник Чувашского университета. 2022. № 4. С. 119-127. DOI: 10.47026/1810-1909-2022-4-119-127.

5. Польшкая И.Н. Национально-региональный компонент в художественном образовании: учебно-методические рекомендации по дисциплине Б1.В.ДВ.1.2 Национально-региональный компонент в художественном образовании. Нижневартовск: Нижневартовский государственный университет. 2022. 63 с. URL: <https://nvsu.ru/files/ufiles/доки/Польшкая%20И.Н.%20Национально-региональный%20компонент%20в%20художественном%20образовании.pdf> (дата обращения: 10.11.2024).

6. Хурбугулдаева Е.Н., Дульяева И.Л. Формирование этнохудожественной культуры у обучающихся в процессе обучения технике фелтинг // Вестник Бурятского государственного университета. Образование. Личность. Общество. 2022. № 3-4. С. 81-85. DOI: 10.18101/2307-3330-2022-3-4-81-85.

7. Польшкая И.Н. Формирование творческого воображения посредством лепки на занятиях по изобразительному искусству и технологии в начальных классах общеобразовательной школы // Современные наукоемкие технологии. 2023. № 10. С. 146-152. DOI 10.17513/snt.39807.

8. Косс Г.И. Развитие потребности школьников в творчестве посредством ручного труда (техника «валяние из шерсти» на занятиях дополнительного образования) // Калининградский вестник образования. 2019. № 3. С. 98-101. URL: <https://koirojournal.ru/wp-content/uploads/2019/09/314-koss.pdf> (дата обращения: 10.11.2024).

УДК 378.147
DOI 10.17513/snt.40290

НАВЫК САМОПРЕЗЕНТАЦИИ КАК ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ САМООЦЕНКИ ОБУЧАЮЩИХСЯ

^{1,2}Прозорова М.Н., ³Прозорова Т.Н.

¹КОГПОБУ «Кировский медицинский колледж», Киров;

²ФГБОУ ВО «Кировский государственный медицинский университет»

Министерства здравоохранения Российской Федерации, Киров,

e-mail: mariyaprozorova@mail.ru;

³МБУДО «Детская музыкальная школа № 2», Киров,

e-mail: ProzorovaTN@yandex.ru

В данной статье представлен анализ ключевых педагогических условий, выработанных в актуальной теории образования для формирования навыка самопрезентации среди обучающихся. Методологическая основа исследования опирается на системный подход и сочетает как общие научные методы (анализ, синтез, индукция и дедукция), так и более узкоспециализированные приемы, такие как: историографическое изучение литературы по теме, психолого-педагогическая оценка условий и качественный анализ. В результате авторы приходят к следующим выводам: важнейшими факторами для подготовки успешной самопрезентации являются: активное участие студентов в проектной деятельности, применение принципов самостоятельного исследования, поощрение креативности и формирование устойчивой внутренней мотивации к обучению. Авторы обосновывают значимость данного навыка в развитии профессиональной самооценки через использование разнообразных методов и подходов, а также подчеркивают важность ее формирования у студентов. Определены основные понятия, суть которых заключается в педагогической деятельности, направленной на понимание выбора и ценностей. Подчеркивается взаимосвязь между навыком самопрезентации и формированием профессиональной самооценки и акцентируется внимание на важности овладения ими с учетом федеральных образовательных стандартов. Анализ существующих исследований позволил выделить основные принципы функционирования самопрезентации.

Ключевые слова: навык самопрезентации, профессиональная самооценка, обучающиеся, учебно-воспитательный процесс, система образования

THE SKILL OF SELF-PRESENTATION AS A FACTOR IN THE FORMATION OF PROFESSIONAL SELF-ESTEEM AMONG STUDENTS

^{1,2}Prozorova M.N., ³Prozorova T.N.

¹Kirov Medical College, Kirov;

²Kirov State Medical University of the Ministry of Health

of the Russian Federation, Kirov, e-mail: mariyaprozorova@mail.ru;

³Children's Music School No. 2, Kirov, e-mail: ProzorovaTN@yandex.ru

This article presents an analysis of the key pedagogical conditions developed in the current theory of education for the formation of self-presentation skills among students. The methodological basis of the research is based on a systematic approach and combines both general scientific methods (analysis, synthesis, induction and deduction) and more highly specialized techniques: historiographical study of literature on the topic, psychological and pedagogical assessment of conditions and qualitative analysis. As a result, the authors come to the following conclusions: the most important factors for preparing a successful self-presentation are: active participation of students in project activities, application of the principles of independent research, encouragement of creativity and formation of stable internal motivation for learning. The authors substantiate the importance of this skill in the development of professional self-esteem through the use of various methods and approaches, and also emphasize the importance of its formation among students. The basic concepts are defined, the essence of which lies in pedagogical activity aimed at understanding choice and values. The relationship between the skill of self-presentation and the formation of professional self-esteem is emphasized, and the importance of mastering them is emphasized, taking into account federal educational standards. An analysis of existing research has allowed us to identify the basic principles of its functioning.

Keywords: self-presentation skill, professional self-assessment, students, educational process, education system

Введение

Современные условия на рынке труда требуют не только глубины и объема специальных знаний, но и профессионального образования с высокой квалификацией специалистов [1]. Главный аспект – продемонстрировать конкурентные преимущ-

ества и улучшить умение презентовать себя в различных ситуациях. Способность продуктивно презентовать себя необходима как для успешной работы в профессиональной среде, так и в более широком социокультурном контексте. Те, кто умеют представлять свои сильные стороны, могут

установить успешные отношения, что отражается в их ценностных ориентациях, а также в нормах и установках, способствующих раскрытию и развитию их творческих способностей [2].

Изучение самопрезентации сегодня является важной и практически актуальной темой в образовательной сфере, поскольку она играет ключевую роль в продуктивном общении с людьми и в процессе личного и карьерного развития. В настоящее время имеется множество мнений о том, как именно следует понимать этот термин. Одно из них: это сложный и многогранный процесс, который охватывает как осознанные, так и бессознательные аспекты нашей личности. Человек постоянно транслирует окружающим свою идентичность, и эта трансляция происходит как целенаправленно, так и спонтанно [3]. Данный процесс необходим для результативного межличностного общения.

При приеме на работу, а также при знакомстве с потенциальными партнерами или интересными людьми важно создать правильное представление о себе и побудить окружающих к каким-то действиям. Наиболее продуктивным способом достижения этого результата является самопрезентация. Изучение этого аспекта будет полезным, поэтому исследователи обращают внимание не только на нее, но и на профессиональную уверенность в себе. Оба навыка являются предметом психолого-педагогических исследований в России с начала 1990-х годов [4]. Хотя основная масса теоретических изысканий была проведена учеными за границей, однако с начала 2000-х годов в российских научных изданиях стали появляться работы, ориентированные на практические стороны данной проблемы. В литературе по педагогике рассматриваются подходы, которые способствуют формированию базовых навыков и умений, включая и самопрезентацию. Данный навык включает в себя: мотивационные подходы, акцентирующие внимание на стремлениях к успеху и потребности в одобрении; ситуационные подходы, изучающие влияние внешних факторов конкретного социокультурного контекста; а также теории, исследующие воздействие как внутренних, так и внешних условий, при которых осуществляется попытка управлять восприятием общества. Многообразие и разнообразие последствия успеха как социального явления обосновывают потребность в его исследовании [5].

Цель исследования: теоретическое обоснование навыка самопрезентации как фактора формирования профессиональной самооценки будущих специалистов.

Материалы и методы исследования

Проведение научно-педагогического исследования требует применения тщательного и многогранного подхода, который обеспечивает надежные и глубокие выводы. Теоретический анализ на данном этапе позволяет авторам использовать ряд взаимодополняющих методов для того, чтобы изучить данный вопрос всесторонне. В методологии работы был сделан акцент на особенности обучающихся через применение инновационных методов и стратегий, для формирования самодостаточной личности. Основная цель заключалась в использовании новых подходов для организации и содержания воспитательного процесса обучающихся. Изучение работ авторитетных специалистов, их аргументаций и выводов создало фундамент для осознания современных дискуссий и актуальных направлений в этой области [6]. С точки зрения педагогической науки, изучение навыка самопрезентации является важным аспектом демонстрации себя как целостной и зрелой личности. Существуют различные подходы, которые могут быть использованы для анализа этого явления.

1. Комплексный подход – предполагает сбор информации из различных источников, включая литературные обзоры, психологические исследования, статистические данные, а также практические наблюдения. Благодаря такому подходу можно получить глубокое понимание самопрезентации, увидев ее с разных точек зрения.

2. Аналитический подход – сосредоточен на детальном изучении и анализе конкретных аспектов этого навыка. Например, можно анализировать речь человека, его невербальные сигналы, одежду, образ жизни и т.д.

3. Экспериментальный подход – это контролируемые исследования для проверки гипотез о самопрезентации. Например, можно провести опыт, в котором участникам будут представлены разные образы, а затем измерить их реакцию.

Изучение самопрезентации – это не просто академическое занятие. Оно может быть полезно для каждого в повседневной жизни. Понимая механизмы самопрезентации, можно улучшить свою коммуникацию, укрепить свои отношения и добиться большего успеха в личной и профессиональной жизни.

Результаты исследования и их обсуждение

Понятие «самопрезентация» берет свое начало от латинского *praesentatio*, что переводится как «представление». Оно описывает, как человек позиционирует себя

перед другими, формируя их представление о своей личности. В английском языке термин self-presentation приобретает более глубокий смысл, описывая способность манипулировать восприятием людей с помощью разнообразных поведенческих моделей с целью создания желаемого образа [7]. Одним из наиболее полных определений этого понятия считается определение Ж. Тедешы и М. Риесса, которые характеризуют ее как сознательное и целенаправленное поведение, направленное на создание определенного впечатления о себе у других. В профессиональной среде – это важный навык, который помогает достичь успеха в различных сферах жизни. Стоит понимать, что самопрезентация – это не просто умение произвести впечатление, но и умение создавать свою личность, формировать желаемый образ и использовать свои сильные стороны, чтобы добиваться поставленных целей [8].

Авторы описывают самопрезентацию как способность продемонстрировать себя и обратить внимание на свои достоинства, применяя определенные методики и стратегии. Каждый день человек сталкивается с проявлениями этого навыка, иногда даже не осознавая, что в нашем подсознании уже заложена идея собственного показа себя. Этот вид самопрезентации называют естественным. Однако она не является единственным подходом личности. Также существует заранее продуманная и осознанная стратегия самовыражения, которую называют искусственной презентацией. Отсутствие специализированных знаний в этой области ограничивает наши шансы на признание в конкурентной и социальной среде [9]. Самопрезентация – это результат взаимодействия различных факторов, среди которых можно отметить способность контролировать свои эмоции и умение регулировать свое состояние.

Профессиональное саморазвитие представляет собой непрерывный процесс, в ходе которого формируется индивидуальность во всех ее аспектах: личностном, коммуникационном, этическом и эстетическом. Это способствует раскрытию творческого потенциала в его различных проявлениях. Для достижения успеха в своей деятельности человек вынужден активировать свои внутренние возможности и запасы, а также развивать гибкие навыки. Ресурсы используются как для достижения желаемых результатов, так и для нейтрализации негативного влияния внешних обстоятельств. Исходя из вышеизложенного, профессионализм можно рассматривать как своеобразную структуру сознания и психики человека, в которую входят, по меньшей мере, несколько компонентов и элементов.

Основной отличительной чертой специалиста являются его личные качества. К числу таких свойств относятся [10]:

- восприятие мира;
- социальные стимулы, направленные на деятельность, а также факторы, связанные со смежными сферами;
- отношение к окружающим людям и видам деятельности;
- уровень самоощущения и аспекты саморегуляции;
- креативность и ее проявления;
- интеллектуальные характеристики личности;
- практические качества, включая навыки, готовность действовать и умения решать задачи;
- эмоциональные компоненты, их особенности и проявления;
- представления о сложных способностях и личных качествах, которые ожидаются от специалистов в данной области, иногда кажущихся противоречивыми;
- понимание, какие качества развивает и какие подавляет;
- представление о своем статусе в профессиональной среде.

Одним из ключевых компонентов в формировании профессиональной Я-концепции является личная оценка своей деятельности, представляющая собой важный аспект, от которого зависит достижение успеха.

Осознание собственной ценности и способности к развитию – основа для карьерного роста и раскрытия потенциала. Постоянное развитие профессиональных качеств направлено на выполнение рабочих задач и улучшение личных навыков и знаний. Большое значение в этом процессе имеет самооценка – это личное восприятие своих специализированных достижений и успехов. Обычно она делится на два ключевых компонента: оценка прошлого опыта, анализ профессиональных успехов и неудач; удовлетворенность или неудовлетворенность своими достижениями. Высокая самооценка свидетельствует о вере в свои силы и успешном освоении профессиональных навыков. Низкая самооценка, наоборот, может указывать на сомнения в своей компетентности и недостаточное удовлетворение результатами [11].

Профессиональная самооценка – это уверенность в своих способностях и потенциале в сфере труда. Она отражает внутреннюю готовность к развитию и способность к саморазвитию. Высокая самооценка в деятельности является мощным стимулом, побуждающим искать новые знания, приобретать дополнительные навыки и стремиться к личному и квалификационному совер-

шенствованию. Связь между профессиональной самооценкой и умением представлять себя оказывает значительное влияние на личностный и деловой рост. Например, у многих молодых специалистов в своей области деятельности можно наблюдать сочетание низкой оценки собственных достижений и высокой – своих навыков.

Недооценка собственных квалификационных успехов может быть обусловлена недостаточным опытом и чувством неуверенности, включая аспекты самопрезентации. Однако высокая самооценка в профессиональной сфере свидетельствует о готовности к обучению и стремлению к развитию. В такой ситуации основным аспектом становится поиск путей повышения квалификации, укрепления уверенности в своих силах и получения удовлетворения от труда. Необходимо понимать, что профессиональная самооценка представляет собой не постоянный показатель, а динамичный процесс, подверженный влиянию множества разнообразных факторов. Сюда относятся личные впечатления, отзывы от коллег и начальства, а также результаты достижений и неудач.

Профессиональное образование занимает центральное место в формировании личности и основывается на концепции профессионального становления. Процесс трансформации формирования самооценки является структурным преобразованием в качественно новое состояние и включает несколько этапов, каждый из которых отличается уровнем компетентности, опытом, ценностями и мировоззрением [12]. Первый этап включает освоение базовых знаний и навыков в выбранной профессии. На этапе вхождения происходит применение полученных знаний и умений в практических условиях. Этап профессионального опыта подразумевает углубление знаний и развитие интуитивного восприятия, что способствует формированию осознанного подхода к работе. Этап формирования универсальных и профессиональных компетенций, повышения мотивации представляет собой высшую степень компетенции, когда специалист способен решать сложные задачи и применять инновационные методы [13]. Значимым становится навык самопрезентации в тех сферах деятельности, где коммуникация играет ключевую роль.

Профессиональная самооценка представляет собой непрерывный процесс, в котором самооценка занимает основополагающее место. Организация профессионального образования должна учитывать психологические особенности личности на различных этапах жизни и быть направленной на создание условий для постоян-

ного обновления, развития и реализации каждого человека на протяжении всей его карьеры. Существует множество методов повышения профессиональной самооценки, включая навык самопрезентации, самоанализ, установку реалистичных целей, получение обратной связи от коллег и руководителей, а также практику внутренней мотивации. В современном мире обучение может принимать различные формы, включая курсы, тренинги, семинары, конференции, коучинг и наставничество, а также самостоятельное взаимодействие с образовательными материалами через Интернет и книги.

Заключение

Подводя итоги теоретического анализа, можно заключить, что самопрезентация – это способность продуктивно и убедительно представлять себя и свои навыки, акцентируя внимание на сильных сторонах и грамотно управляя впечатлением, которое производишь на окружающих. В профессиональной сфере она играет ключевую роль, позволяя достичь желаемой должности, карьерного роста, заключить выгодные сделки или создать положительный имидж. Успешное представление себя – это не просто набор слов и жестов, а целостный процесс, требующий глубокого познания и анализа собственных навыков, качеств и умений. В процессе самопрезентации человек формирует образ, соответствующий его целям. Ключевым аспектом, влияющим на успешность, является профессиональная самооценка. Она отражает, как человек воспринимает свои деловые качества, навыки и знания, а также их соответствие требованиям профессии.

Следует отметить, что профессиональная самооценка состоит из двух основных компонентов: операционно-деятельностного и личностного. Операционно-деятельностный компонент включает в себя оценку собственных навыков, знаний и умений, тогда как личностный компонент охватывает характеристики личности, влияющие на профессию, такие как общительность, ответственность, инициативность, стрессоустойчивость и способность работать в команде. Несоответствие в профессиональной самооценке между операционно-деятельностными и личностными аспектами может привести к трудностям в адаптации в своей деятельности, неудачам в карьерной реализации и непродуктивной самопрезентации. Следовательно, успешная самопрезентация требует адекватной самооценки, глубокого самопознания и развития коммуникативных навыков.

Список литературы

1. Колосов Е.А. Современное состояние профессионального образования // Научно-педагогическое обозрение. 2020. № 6 (34). С. 91-97.
2. Ларионова Д.В. Модель формирования социальной успешности старшеклассников в медиаобразовательной среде // Педагогическое образование. 2022. Т. 3, № 2. С. 7-11.
3. Курганский С.И., Туравец Н.Р., Уварова Т.А. Педагогические условия формирования компетенции самопрезентации: на примере будущих музыкантов // Современное педагогическое образование. 2023. № 9. С. 122-125.
4. Кузнецова Н.А. Формирование у будущих учителей культуры самопрезентации в учебной и внеучебной деятельности // Современные проблемы науки и образования. 2023. № 6. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=33142> (дата обращения: 29.08.2024). DOI: 10.17513/spno.33142.
5. Шабунова А.А., Доброхлеб В.Г., Медведева Е.И., Крошили С.В., Сухоцка Л., Шухатович В.Р., Леонидова Г.В., Молчанова Е.В. Успешность современного человека: теоретико-методологические аспекты исследования. // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2019. Т. 12, № 6. С. 27-50. DOI: 10.15838/esc.2019.6.66.2.
6. Пашуткина Т.В. Инновационные подходы к организации и содержанию воспитания обучающихся в условиях реализации федерального государственного образовательного стандарта общего образования // Педагогический журнал. 2019. Т. 9, № 3А. С. 465-471.
7. Махрина Е.А., Катунин А.А. Психолого-педагогические аспекты самопрезентации в интернете: мотивы формирования виртуальных идентичностей // ЦИТИСЭ. 2024. № 3. С. 345-353.
8. Марьясова Е.П., Свердлова Н.А. Стратегия самопрезентации в реализации агональных отношений в письменной научной иноязычной коммуникации // Верхневолжский филологический вестник. 2023. № 2 (33). С. 135-141.
9. Жук А.А., Ваганов А.А. Конкуренция и конкурентная среда глазами представителей австрийской школы. // Экономическая наука современной России. 2024. № 1 С. 103-114. DOI: 10.33293/1609-1442-2024-1(104)-103-114.
10. Ахмадеева Е.В., Башкатов С.А. Личностные характеристики и структура самопредъявления студентов // Вестник Южно-Уральского государственного гуманитарно-педагогического университета. 2021. № 3. С. 196-217.
11. Шуклина Е.А. Самооценка образовательной успешности как институциональный феномен: социологический анализ эффективности и внутрисистемных противоречий // Вестник Института социологии. 2021. Т. 12, № 3. С. 99-119.
12. Путивцев П.В. Трансформация профессиональной самооценки студентов психологов в учебном процессе // Человеческий капитал. 2023. № 11(179). Ч. 2. С. 199-208.
13. Жученко О. А., Галиахметова Н. П., Русских И. Т., Кравченко Н. А. К вопросу о роли самооценки результата деятельности студентов в образовательном процессе // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Познание. 2024. № 01. С. 26-30. DOI: 10.37882/2500-3682.2024.01.06.

УДК 37.01
DOI 10.17513/snt.40291

ПСИХОЛОГО-ДИДАКТИЧЕСКАЯ СУЩНОСТЬ АКТИВИЗАЦИИ УЧЕБНО-ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

¹Сафаралиев Б.С., ²Кольева Н.С., ²Панов М.А.

¹Челябинский государственный институт культуры, Челябинск,
e-mail: bozorsafaraliev@mail.ru;

²Уральский государственный экономический университет, Екатеринбург,
e-mail: nkoleva@mail.ru

Цели исследования – рассмотреть, как изучать проблему активизации учения школьников в естественных условиях обучения через оптимизацию содержания учебного материала; описать наиболее эффективные пути реализации предметных и отражательно-преобразовательных действий школьников в процессе организации их познавательной деятельности. В данной статье учение рассматривается как целостная система и является одной из конкретных форм взаимодействия индивида с окружающей действительностью, в ходе которого субъект под влиянием познаваемого объекта и результатов собственного труда постепенно изменяет свое отношение к усваиваемым знаниям в целом, к внутренним сторонам своей учебной деятельности в частности. В качестве теоретико-методологической предпосылки для раскрытия психолого-дидактической сущности активизации учения школьников и его составного компонента действий выступили диалектико-логический, функционально-структурный и системно-деятельностный подходы. Проведенный теоретико-методологический анализ основных идей активизации учения школьников позволяет в самом общем виде выделить в его составе следующие компоненты: а) в структуре учения и, следовательно, в деятельности особое значение имеет умение учителя ставить перед школьниками все в возрастающей сложности образовательную задачу-проблему, являющуюся эффективным средством побуждения их к активному и сознательному усвоению знаний; б) структура учения образуется из различных действий, высокий уровень функционирования которых обеспечивает достижение конечного результата производимой ими деятельности; в) структура учения складывается из системы операций, управляемых конкретной целью выполняемой работы; г) в структуре учения всегда имеет место деятельность, побуждаемая в обучении положительными мотивами действий обучающихся.

Ключевые слова: активизация учебной деятельности школьников, учебно-познавательная деятельность, мотивы учения, методы, формы, дидактические средства обучения

PSYCHOLOGICAL AND DIDACTIC THE ESSENCE OF ACTIVATION OF LEARNING AND ACTIVITY

¹Safaraliev B.S., ²Kolyeva N.S., ²Panov M.A.

¹Chelyabinsk State Institute of Culture, Chelyabinsk, e-mail: bozorsafaraliev@mail.ru;

²Ural State Economic University, Yekaterinburg, e-mail: nkoleva@mail.ru

The aim of the research is to consider how to study the problem of activation of schoolchildren's learning in natural learning conditions through the optimization of the content of educational material; secondly, to describe the most effective ways to implement object-sensory and reflective-transformative actions of schoolchildren in the process of organizing their cognitive activity. In this article teaching is considered as an integral system is one of the specific forms of interaction between an individual and the surrounding reality, during which the subject under the influence of the cognized object and the results of his own work gradually changes his attitude to the learned knowledge in general, to the internal aspects of his learning activity in particular. Dialectical-logical, functional-structural and system-activity approaches were used as a theoretical and methodological prerequisite for revealing the psychological and didactic essence of schoolchildren's learning activation and its constituent component of actions. The made theoretical and methodological analysis of the basic ideas of activation of schoolchildren's learning allows in the most general form to allocate in its structure the following components: a) in the structure of learning and, consequently, of activity the teacher's ability to put before schoolchildren of increasing complexity the educational task-problem, which is an effective means of inducing them to active and conscious assimilation of knowledge, is of special importance; b) the structure of teaching is formed of various actions, a high level of functioning of which ensures the achievement of the final result of the activity they produce; c) the structure of teaching is formed of a system of operations controlled by a specific goal of the work performed; d) in the structure of teaching there is always an activity stimulated in training by positive motives of schoolchildren's actions.

Keywords: activation of schoolchildren's learning activity, learning and cognitive activity, learning motives, methods, forms, didactic means of teaching

Введение

В структуре образовательной работы учение занимает определенное место процедуры, пронизывая при этом системы взаимосвязанных реакций каждой личности,

осуществляемых ею в целях преобразования предмета в его конечный результат. Поэтому неслучайно учение трактуется как конкретная форма познавательной деятельности, в которой ученик наиболее

полно может проявить свои способности и склонности, реальную учебную возможность и усидчивость при достижении намеченных целей предстоящей работы. Именно в процессе активного учения школьник конкретно осознает значимость, ценность усваиваемых знаний как пути подготовки себя к деятельности. В результате этого обеспечивается сформированность целостной структуры учения. Термин «целостность» означает высокий уровень функционирования конкретного дидактического явления [1, 2]. Основу целенаправленного учения составляет осознаваемый мотив, который в ходе разумной организации деятельности окрашивается положительными эмоциями [3, 4].

В свою очередь, как отмечает Л.В. Ахметова, только на основе активного, ответственного отношения школьника к учению складывается его готовность к сознательному выполнению заданий-поручений учителя [5]. Поэтому в процессе организации обучения очень важно воспитание у школьников внутренних духовных потребностей в созидании, в достижении конечного результата в соответствии с осознаваемыми и реально действующими мотивами учения, что обеспечивает общий эмоциональный и трудовой подъем в деятельности школьников. Между тем эмоциональная окраска – это один из параметров психолого-дидактической характеристики научной сущности учения, куда входят побудительная сила, возбуждающий эффект и яркая выраженность добровольных познавательных действий школьников. Из сказанного вытекает, что учение как таковое обычно полимотивировано, то есть реализует множество побуждений интеллектуального порядка, образующих сложную структуру и иерархию компонентов научного познания. А эта иерархия учения, как подтверждает практика, придает личности школьника устойчивость и упорство в достижении намеченных целей и результатов производимой деятельности. Это говорит о том, что мотивированное учение, обладающее свойством интегрировать в себе как в фокусе высшие побуждения (мотивы, потребности, интересы, цели, влечения, стремления и пр.), выполняет ряд важных функций в регуляции человеческой деятельности. Иначе говоря, полимотивированное учение побуждает познавательную активность, самостоятельность и творческую целеустремленность школьников, организует и направляет их, придает им личностный смысл и особую значимость, диалектическое единство которых обеспечивает динамико-регулирующую сторону учения. Сформированность

содержательной, смыслообразующей функций учения в решающей степени зависит от характера осознания значимости, ценности усваиваемых знаний. Также отметим факт, что, в отличие от традиционного метода обучения, существующего в трактовках учения, при приемах преподавания первейшим и главным источником усвоения школьниками необходимых знаний являются не упрощенные житейские представления об активности субъекта в научном познании и не конгломерат готовых данных об отдельных сторонах изучаемого явления, а устойчивые внутренние связи и отношения между составными частями осознанных устремлений, созидательно-преобразовательных действий.

Цели исследования – рассмотреть, как изучена проблема активизации учения обучающихся в естественных условиях обучения через оптимизацию содержания учебного материала; описать наиболее эффективные пути реализации предметных и отражательно-преобразовательных действий обучающихся в процессе организации их познавательной деятельности.

Материал и методы исследования

Учение должно подвергаться функционально-структурной характеристике с позиции его комплексного анализа [2, 3]. При этом авторы исходят из следующих соображений. Учение представляет собой один из структурных уровней организации общественного познания (в рамках индивидуальной познавательной деятельности). В реальном процессе обучения целостная структура учения формируется под влиянием обобщенного опыта людей, и на определенном уровне развития социальной культуры она может быть осмыслена как процесс интериоризации внешних стимулов воздействия в осознанные внутренние мотивы учения школьников. Поэтому с точки зрения дидактики она характеризуется как целенаправленный процесс, отражающий в своем содержании особенности подачи учебного материала и условий обучения в целом, организуемых, направляемых и регулируемых соответствующими методическими средствами и способами, которые направлены на достижение конечной цели и результата [4]. При дидактической характеристике учения главный упор делается не на процесс деятельности, а на ее ожидаемый продукт.

При анализе учения с позиции психологии на передний план выдвигаются способы усвоения знаний, которые выражаются в интенсификации поисково-исследовательских рефлексов, ориентировочных основ

действий обучающихся [6, 7]. И весь ход научного познания основывается на активной познавательной деятельности личности, в силу чего происходит сознательный процесс усвоения знаний. В этом случае акцент делается на функционально-процессуальную развертку деятельности, в результате чего обеспечивается целостная структура учения, т.е. высокий уровень ее функционирования как сложной системы.

Процесс учения протекает наиболее успешно тогда, когда действие школьника управляется сознательной целью выполняемой работы. Идейно-теоретической сердцевиной учения как стержня образовательной деятельности, ее смыслообразующей стороны, о чем свидетельствуют фундаментальные исследования авторов, является взаимосвязь следующих понятий: «предмет – основание – цель – средство – мотив – действие – результат» [8, 9].

Применительно к проблеме активизации учения школьников авторов интересуют именно эти аспекты рассматриваемой системы, которые позволяют раскрыть и объяснить «внутреннюю пружину» «самодвижения» научного познания обучающихся в процессе обучения как целостной системы.

Авторы склонны полагать, что комплексное решение проблем активизации учения школьников представляется возможным не только построением его целей, функций и структур, но и конструированием способов деятельности по всем ее параметрам. Данный подход позволяет исследовать учение как способ мышления, диалектического познания, логического развития и оптимального функционирования деятельности, что создает реальную возможность анализировать учение со всех его сторон (аспектов, точек зрения).

Понятие «сторона учения» можно интерпретировать двояко [10]. В одном случае оно определяется субъективно, т.е. практической потребностью, под влиянием которой рассматриваются тот или иной процесс, явление и т.д. В другом случае, если руководствоваться идеями отмеченного выше подхода, то данное понятие надо понимать объективно, иначе говоря – как отражение различных структурных уровней организации общественного познания, соответствующих определенной иерархии форм взаимодействия компонентов целостной системы.

В основу двухаспектности анализа «стороны учения» положен общий принцип, предполагающий трансформацию основных фаз усвоения знаний и процессуальной развертки деятельности в структурные

уровни организации и управления, функционирования и взаимодействия этих явлений с другой системой. Такой подход открывает новые возможности и перспективы синтеза тех областей знаний, из которых, по утверждению [11], «должна сложиться теория познания и диалектика».

Изучение ряда источников в плане активизации учения обучающихся дает основание полагать, что при системно-деятельностном подходе, призванном обеспечивать организационно-методические вопросы повышения эффективности обучения в целом, основными опорными терминами являются: «предмет», «преобразование», «средство», «форма», «метод», «результат». Эти термины могут служить важным условием оптимизации содержания учебного материала, способствующей превращению знаний в ценность как главную предпосылку и реальное условие эффективной организации и управления учебной деятельностью [12, 13].

Результаты исследования и их обсуждение

Проиллюстрируем отмеченное положение на конкретном примере. Так, при подходе к изложению темы «Выталкивающая сила. Архимедова сила», по мнению авторов, исходными предметами деятельности являются:

- а) тела и жидкости, восприятие их;
- б) удельный вес, объем, масса, плотность, давление и вспоминание этих свойств веществ;
- в) погружение, равновесие и всплывание тел в жидкости (в газе);
понимание и осмысление этих природных явлений.

Правилами преобразования исходного предмета деятельности в ее конечный результат можно считать, во-первых, обучение восприятию существенных признаков и отличительных свойств различных тел, погруженных в жидкость; во-вторых, научение обучающихся способам и приемам действий с телами, погруженными в жидкость; в-третьих, воспитание у школьников убежденности в объективной реальности познаваемых закономерностей; в-четвертых, развитие активности и самостоятельности, добровольной и творческой целеустремленности обучающихся, являющихся первейшим и главнейшим источником формирования целостной структуры учения, т.е. высокого уровня его функционирования.

Средствами воздействия являются: стимулирование обучающихся к осознанию значимости, ценности усваиваемых

знаний и, следовательно, производимой деятельности; побуждение их к старательному учению; мотивация поведения; вынуждение и убеждение. Отметим попутно, что методы принуждения совершенно исключаем из способов воздействия на личность обучающихся, поскольку при этом условии, как показывает практика, обучающиеся выполняют лишь подражательно-исполнительские действия, не имеющие смысла в их глазах.

Формы обучения: индивидуальные, групповые и фронтальные.

Словесные, наглядные, практические, репродуктивные, поисково-исследовательские, дедуктивные, индуктивные и самостоятельные работы выступают в качестве методов обучения.

Конечной целью и результатом учебной деятельности являются:

а) знание того, что на тело, погруженное в жидкость или газ, действует выталкивающая сила, равная объему погружающегося тела;

б) умение производить опыты с различными телами, погруженными в жидкость; в) овладение навыками расчета архимедовой силы по формуле:

$$F_A = g \cdot \rho_{ж} \cdot v.$$

При проектировании и конструировании конкретного урока следует сначала выделить из преподаваемого обучающимся материала элементарные ключевые слова (например, известные из школьной программы или ранее изученной темы). Такой подход является фундаментом, на который накладываются перечисленные выше опорные термины, используемые на данном уроке, известные понятия и сложные категории.

Естественно, что в любой теме есть какие-то известные термины, которые характерны только для данного урока. Именно они составляют своеобразную особенность, специфику этой темы. Поэтому такой материал следует подчеркнуть, преподнести его эмоционально, четко и доступно. При этом особенно важно отделять главную мысль от второстепенной в содержании изучаемой темы, уделять специальное время и особое внимание формированию общенаучных понятий и фундаментальных категорий, навыков и умений рациональной организации, устанавливать внутри- и межпредметные связи в изучении основ наук и т.д. Таким образом, обучающиеся должны конкретно и ясно осознавать ценности усваиваемых знаний. При таком подходе к изложению учебного материала осуществляется и оптимальный выбор методов, форм,

средств и способов обучения, что создает возможность активизировать учение каждой личности.

Таким образом, при системно-деятельностном подходе представляется возможным воспитание у школьников таких способов учебного труда, как смысловая переработка образовательного материала, усвоение основных терминов и ведущих идей анализируемой темы, умение отделить главное от второстепенного, используя связанные с этим приемы логического мышления, сравнения, обобщения, моделирования, и т.д. Эти показатели активности и есть результат экономии затрат времени и сил как учителя, так и учащегося [14], приложения ребенком своих добровольных усилий в выполняемое дело [15].

Функционально-структурный подход, который направлен на осмысленное применение следующих шести научных понятий: «свойство – признак – отношение – элемент – компонент – связь», обеспечивает психолого-дидактические условия активизации учения школьников. Известно, что в сознании обучающихся происходит сложный процесс познания. Качество усвоения ими знаний зависит от многих факторов, среди которых важное значение имеет, с одной стороны, изучение внутренних сил и реальных учебных возможностей школьников, а с другой – умение учителя эмоционально, в доступной форме преподнести учебный материал. В этом процессе решающее значение имеют целенаправленная организация информационного поиска и расчленение основных фаз усвоения знаний на «структурные шаги» восприятия, а затем понимания, осмысления и, наконец, применения уже познанных в новой ситуации. Целостность этих понятий, обеспечивающая высокий уровень функционирования учения как дидактической системы, определяется вариативными компонентами, инвариантными элементами и функциональными связями, а также структурными отношениями конкретно рассматриваемой проблемы. Эти понятия, взятые в их целостности, образуют то напряженное мотивационное поле учения, в пределах и под силовым влиянием которого реализуется активный процесс деятельности, в силу чего происходит сознательное усвоение знаний.

Придадим этим теоретическим концепциям практический характер. Так, при подходе к изложению той же темы «Выталкивающая сила. Архимедова сила» интегральными признаками сходства являются: взаимодействие тела и жидкости, их вес, масса, объем и плотность.

В качестве инвариантных элементов системности выступают:

- а) V – объем жидкости;
- б) $\rho = m \cdot g$ – тела в вакууме; в) гравитационная постоянная;
- г) m – масса;
- д) ρ – плотность.

Функциональные связи между элементами системы выражаются следующими формулами:

$$F_A = \rho = gm; \quad m = \rho_{ж} \cdot v; \quad \rho = g \cdot m;$$

$$\rho_1 = \rho - F_A; \quad \rho_1 = gm - gm_1.$$

Дифференциальными свойствами различий являются: погружение тела в жидкость; выталкивание жидкостью погруженного в нее тела; архимедова сила; удельный вес.

Вес тела в жидкости есть вариативный компонент целостности.

И, наконец, формула

$$F_A = \rho = gmv$$

обеспечивает структурные отношения между компонентами системы.

Таким образом, функционально-структурный подход к изложению содержания учебного материала, изучаемого на конкретном уроке, позволяет переходить от традиционного, механически сложившегося способа преподавания и учения к творческой организации педагогического процесса с постановкой комплекса задач образования, воспитания, научения и общего развития школьников, с конкретизацией цели и задачи каждого урока, при этом ставя в зависимость производимую ими деятельность от характера теоретико-информационной насыщенности, актуализированности усваиваемых знаний, в силу чего так или иначе активизируется их учебная деятельность.

При реализации указанного подхода к изложению названной выше темы за «единичное» знание следует принимать удельный вес тела и жидкости. Сила выталкивания является особенным знанием в этой системе, сила тяжести – всеобщим.

И, наконец, диалектико-логический подход, обеспечивающий теоретико-методологические аспекты активизации учения школьников, позволяет, во-первых, оптимизировать содержание учебного материала, который способствует конкретному осознанию школьниками значимости, ценности научных знаний, что является эффективным средством возбуждения у них внутренних стимулов познавательной активности и самостоятельности; во-вторых, раскрыть внутреннюю сущность исследуемого объекта,

предмета и явления; в-третьих, объединять (интегрировать) вышеизложенные принципы разработки «сторон учения» в логически завершенную целостную систему. При этом необходимо оперировать следующими категориями материалистической диалектики: «единичное», «особенное», «общее», «всеобщее», «бытие», «явление», «сущность», «действительность». Программно-целевой подход к формированию учебно-методического комплекса позволяет осуществить плавный переход от «единичного» уровня познания в совокупности устойчивых внутренних связей конкретной системы, обеспечивающих целостность, через особенное и общее к фундаментальным теоретическим установкам всеобщности правил, законов, теорем, формул и закономерностей [16, 17].

Заключение

Таким образом, элементы учения рассматриваются в качестве ключевых понятий, правильное оперирование которыми способствует систематическому возбуждению у школьников внутренних стимулов познавательной активности и самостоятельности. В результате этого обеспечивается сформированность целостной мотивационной сферы учения личности, охватывающей различные уровни активности человека – от органических потребностей до ценностных ориентаций его в предметном мире. Данная структура учения выступает в процессе организации деятельности в идейном, научном, гносеологическом и мировоззренческом единствах всех составляющих его компонентов.

Список литературы

1. Примчук Н.В. Активизация учебной деятельности школьников: возможности графического анализа // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. 2014. № 171. С. 197-202. URL: https://lib.herzen.spb.ru/media/magazines/contents/1/171/primchuk_171_197_202.pdf (дата обращения: 15.11.2024).
2. Мирошниченко Е.Н., Фролова В.П. Формирование мотивов учения у студентов посредством активизации их познавательной деятельности // Современные проблемы гуманитарных и общественных наук. 2019. № 3(25). С. 44-49. URL: https://vsuet.ru/images/chairs/k_phil_hist/journal/2019/2019_3.pdf (дата обращения: 15.11.2024).
3. Поздеева С.И. Активность ученика или его вовлеченность: чему отдать предпочтение? // Педагогическое образование в России. 2021. № 4. С. 8-13. DOI 10.26170/2079-8717_2021_04_01.
4. Кабыткина И.Б. Познавательная активность студентов: проблемы и пути повышения // Международный научно-исследовательский журнал. 2021. № 6-4(108). С. 88-91. DOI: 10.23670/IRJ.2021.108.6.113.
5. Ахметова Л.В. Психолого-дидактический подход в системе школьного образования // Вестник Томского государственного педагогического университета. 2009. № 8(86). С. 121-125. URL: https://vestnik.tspu.ru/files/vestnik/PDF/articles/ahmetova_l_v_121_125_8_86_2009.pdf (дата обращения: 15.11.2024).

6. Плуталова С.С., Халатян К.А. Учебно-исследовательская деятельность как средство активизации учебной деятельности учащихся // Вопросы педагогики. 2019. № 6-1. С. 115-117.
7. Сусликова О.Б., Яруллина А.Р. Активизация познавательной деятельности обучающихся на уроках и во внеклассной работе по химии с помощью дидактических игр // Современное образование: актуальные вопросы и инновации. 2022. № 2. С. 53-59.
8. Лысенко Н.А. Развитие познавательного интереса на занятиях предметов естественно-научного цикла в системе СПО // Проблемы педагогики. 2015. № 10(11). С. 82-86.
9. Иванникова Л.В. Дидактические основы активизации учебно-познавательной деятельности студентов в современных условиях // Сибирский учитель. 2017. № 2(111). С. 48-51.
10. Сафаралиев Б.С., Кольева Н.С., Панова М.В. Активизация учебной деятельности как педагогическая проблема // Педагогическая перспектива. 2023. № 3. С. 64-70. DOI: 10.55523/27822559_2023_3(11)_64.
11. Рахимов М.М. Дидактические основы активизации учебно-познавательной деятельности учащихся // Балтийский гуманитарный журнал. 2017. Т. 6, № 4(21). С. 379-382.
12. Грубинко Л.А. Активизация познавательных способностей студентов посредством самостоятельной работы // Педагогическая наука и практика. 2020. № 1(27). С. 40-43.
13. Сафаралиев Б.С., Кольева Н.С. Системно-деятельностный подход к развитию информационной компетенции учащихся в социокультурном пространстве // Нижегородское образование. 2016. № 2. С. 46-51.
14. Мустафина Д.И. Деловая игра как метод интерактивного обучения в сфере профессионального образования // Теория и практика мировой науки. 2020. № 2. С. 33-37.
15. Палаева Л.И. Дидактические основы метода проектов // Тенденции развития науки и образования. 2019. № 57-8. С. 68-70. DOI: 10.18411/lj-12-2019-166.
16. Сагитова Ш.Г. Дидактические основы развития пространственных представлений школьников при обучении курса математики в 5-6 классах // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2024. № 5-3(92). С. 197-200. DOI: 10.24412/2500-1000-2024-5-3-197-200.
17. Суровегин В.В. Дидактические основы использования воспитывающих технологий в процессе подготовки будущих педагогов // Наукосфера. 2021. № 6-1. С. 109-113.

УДК 378.147.227
DOI 10.17513/snt.40292

ТЕХНОЛОГИЯ НЕПРЕРЫВНОЙ ОЦЕНКИ ОСТАТОЧНЫХ ЗНАНИЙ НА ПРИМЕРЕ ПОТОКОВЫХ ДИСЦИПЛИН ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

Смоленцева Т.Е.

*ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет»,
Москва, e-mail: smolenceva@mirea.ru*

В статье рассматриваются предпосылки необходимости разработки технологии оценки остаточных знаний при изучении потоковых дисциплин. Проведен анализ этапов учебного процесса и специфики потоковых учебных дисциплин. В статье сформулирована проблема, заключающаяся в отсутствии возможности проведения оценки остаточных знаний и реализации обратной связи для своевременного внесения изменений в структуре дисциплин в процессе изучения, а не после завершения процесса обучения. Целью статьи является описание этапов реализации технологии непрерывной оценки остаточных знаний с входящими в нее компонентами по классификации потоковых дисциплин, формирования банка тестовых заданий и анализа результатов для повышения качества учебного процесса. Описаны этапы реализации технологии непрерывной оценки остаточных знаний потоковых дисциплин на примере учебно-научных структурных подразделений высших учебных заведений. В статье при описании этапов реализации технологии присутствуют компоненты, а именно модель классификации, формирование банка тестовых заданий с анализом результатов, которые являются продолжением исследований автора. Приводится описание рекомендаций применения технологии непрерывной оценки остаточных знаний. Подтверждением результатов предложенного решения заявленной в статье проблемы является апробация технологии непрерывной оценки остаточных знаний на примере потоковой дисциплины «Большие данные».

Ключевые слова: оценка остаточных знаний, банк тестовых заданий, потоковые дисциплины, учебный процесс, образовательная среда, технологии искусственного интеллекта

TECHNOLOGY OF CONTINUOUS ASSESSMENT OF RESIDUAL KNOWLEDGE ON THE EXAMPLE OF STREAM DISCIPLINES OF HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTIONS

Smolentseva T.E.

MIREA – Russian Technological University, Moscow, e-mail: smolenceva@mirea.ru

The article discusses the prerequisites for the need to develop a technology for assessing residual knowledge in the study of flow disciplines. The analysis of the stages of the educational process and the specifics of streaming academic disciplines is carried out. The article formulates the problem of the lack of the possibility of assessing residual knowledge and implementing feedback for timely changes in the structure of disciplines during the study process, rather than after the completion of the learning process. The purpose of the article is to describe the stages of the implementation of the technology of continuous assessment of residual knowledge with its components for the classification of flow disciplines, the formation of a bank of test tasks and the analysis of results to improve the quality of the educational process. The stages of implementation of the technology of continuous assessment of residual knowledge of stream disciplines are described using the example of educational and scientific structural units of higher educational institutions. In the article, when describing the stages of technology implementation, there are components, namely, a classification model, the formation of a bank of test tasks with an analysis of the results, which are a continuation of the author's research. The recommendations for the application of the technology of continuous assessment of residual knowledge are described. The results of the proposed solution to the problem stated in the article are confirmed by testing the technology of continuous assessment of residual knowledge using the example of the streaming discipline "Big Data".

Keywords: assessment of residual knowledge, bank of test tasks, flow disciplines, learning process, educational environment, artificial intelligence technologies

Введение

Образовательная среда (ОС), бесспорно, является сложной и многофункциональной системой, в которой решается широкий спектр многофункциональных задач. Их успешная реализация требует постоянного обновления образовательных программ, внедрения инновационных методов и создания комфортной среды, способствующей гармоничному развитию обучающихся и в целом взаимодействия всех участников ОС.

В статье остановимся на анализе и предложениях при реализации процесса обучения на примере потоковых дисциплин. Структура учебного процесса рассмотрена на примере университетской дисциплины «Большие данные», читается кафедрой прикладной математики (ПМ) для профилей бакалавриата. Количеством данная дисциплина охватывает: 80 групп, 31 профиль, обучающихся более 1600, что не может не оказывать влияния на организацию учебного процесса со стороны всех участников.

Таблица 1

Соответствие текущего положения и ожидаемых результатов

Реализация на текущий момент	Ожидаемые результаты от применения технологии ООЗ
Проверка остаточных знаний выполняется на практических занятиях	Реализация возможности проверки остаточных знаний по всем видам учебной деятельности в процессе изучения дисциплины
Оценка результатов остаточных знаний выполняется на этапе промежуточной аттестации	Проведение непрерывной оценки результатов остаточных знаний в процессе изучения дисциплины на каждом занятии (лекции, практическом занятии, лабораторной работе)
Оценка знаний осуществляется при проведении итоговой формы контроля, в связи с этим отсутствует возможность своевременной корректировки структуры курса с целью повышения качества обучения в процессе изучения дисциплины, а не после ее завершения	Применение непрерывной системы оценки остаточных знаний позволит своевременно корректировать структуру в режиме обратной связи
Традиционно технические возможности формирования тестовых заданий выполняются в форме выбора варианта (ов) ответа	Расширение функционала тестовых заданий с возможностью формирования ответов в свободной форме, задания на установление соответствия, короткие ответы с автоматической проверкой, исключая ручную обработку в случаях с поточными дисциплинами

Источник: составлено автором.

Учебный процесс включает: проведение лекционных занятий, практических занятий, оценку остаточных знаний дисциплины на этапе промежуточной аттестации (зачет/экзамен), анализ результатов промежуточной аттестации после завершения изучения дисциплины [1; 2]. В свою очередь, цель и задачи участников учебного процесса можно формализовать следующим образом:

1. Студент заинтересован в получении знаний, умений, навыков изучаемой дисциплины с пониманием практической значимости и роли дисциплины в контексте профиля.

2. Преподаватель ориентирован на понимание степени освоения студентом (группой) изучаемых разделов дисциплины, получение своевременной обратной связи для реализации корректировки структуры (наполнения) разделов дисциплины.

3. Руководство заинтересовано в повышении показателя «условия для получения качественного образования» в рейтинге оценки вузов [3].

Для анализа реализации оценки остаточных (ООЗ) знаний на текущий момент и желаемой организации данного процесса на примере потоковых дисциплин представим основные этапы в табличном виде (табл. 1).

Из рассмотренных противоречий анализируемого процесса ООЗ сформулировали проблему, заключающуюся в отсутствии возможности проведения оценки остаточных знаний и реализации обратной связи для своевременного внесения изменений

в структуре дисциплин в процессе изучения, а не после завершения процесса обучения.

Целью исследования является описание этапов реализации технологии непрерывной оценки остаточных знаний (ТНООЗ) с входящими в нее компонентами по классификации потоковых дисциплин, формирования банка тестовых заданий (БТЗ) и анализа результатов для повышения качества учебного процесса.

Материалы и методы исследования

Отсутствие автоматизации в действительности является проблемой в потоковых дисциплинах, являющихся институтскими или университетскими, так как на этапе итоговой формы контроля преподаватель ведущий, например, три потока, в каждом из которых по шесть групп, в зачетную неделю проводит итоговые мероприятия в восемнадцати группах. Вопрос с организацией учебного процесса потоковых дисциплин связан не только с выполнением профессорско-преподавательским составом (ППС) повторяющихся однотипных задач для каждого потока, но и с автоматизацией и реализацией единых требований в процессе изучения дисциплины.

Реализация ТНООЗ с применением искусственного интеллекта (ИИ) в образовательном процессе позволит осуществлять оценку учебного процесса на срезе как дисциплин, так и профилей и в целом осуществлять своевременную обратную связь. Предложенные решения на примере учебных дисциплин РТУ МИРЭА проде-

монстрировали потенциал интеграции ИИ в академическую среду [4].

В рассматриваемой технологии предлагается анализировать собранные данные с помощью ИИ для выявления тенденций, определения пробелов в знаниях и предложения персонализированных рекомендаций по повышению качества обучения [5; 6, с. 210].

Вопросы структурируются таким образом, чтобы быть непосредственно связанными с ключевыми пунктами плана лекции, обеспечивая точность оценки. Формат может варьироваться, включая выбор ответа, в форме краткого ответа, установления соответствия либо любой другой формат оценки, предлагаемый преподавателем, адаптируется для наилучшего соответствия содержанию и учебным целям каждого занятия.

После завершения тестирования результаты собираются и анализируются с помощью алгоритмов ИИ. Процесс анализа включает несколько этапов:

- Сбор Данных: система агрегирует ответы всех студентов, фиксируя их ответы и затраченное время.

- Обработка Данных: ответы обрабатываются для классификации и определяются типовые ошибки.

- Анализ Производительности: ИИ оценивает индивидуальную и общеклассовую

производительность для определения уровня понимания материала лекции.

Алгоритм реализации обратной связи является ключевым компонентом в разрабатываемой ТНООЗ и предоставляет расширение возможностей (функционала) для ППС при выполнении задачи по корректировке материалов и заданий учебной дисциплины. Для удобства сведем описанный процесс к схеме, представленной на рис. 1.

Обратная связь генерируется на основе выявленных системных ошибок, идентифицированных при анализе ИИ, и предназначена для направления студента к ресурсам и материалам курса, которые предоставляют дополнительную информацию в области, вызывающей затруднения, а также поможет преподавателю понять, каким темам следует уделять больше внимания на лекции.

Для студентов, нуждающихся в дополнительной помощи, устанавливается прямой канал связи через социальные сети или образовательные платформы. Прямой канал обратной связи не только помогает преподавателям понять проблемы студентов, но и позволяет своевременно скорректировать методы и материалы курса.

Описание модели, метрик оценки и архитектура выбранной GPT2 подробно описывались автором в работе [7]. В данной работе остановимся на этапах применения ТНООЗ в процессе изучения потоковых дисциплин.



Рис. 1. Схема работы алгоритма обратной связи [7]

Таблица 2

Этапы ТНООЗ

Наименование этапа	Описание
Определение типа учебной дисциплины (УД)	При помощи модели классификации потоковых дисциплин определяем подкласс потоковой УД
Распределение по ППС видов деятельности при изучении УД	Актуализация/разработка плана лекций, практических заданий на примере потоковой дисциплины «Большие данные» численный состав: Лекции – 7 ППС, закрепление ответственного лектора (ОЛ); Практические занятия – 12 ППС; Итоговая форма контроля (зачет) – 8 ППС
Формирование ЕБТЗ	С применением ИИ в ТНООЗ с возможностями по тестовым заданиям: – короткий ответ; – вопросы в свободной форме; – задания на соответствие; – выбор варианта(ов) ответа
Реализация обратной связи в процессе изучения дисциплины	Применение ТНООЗ с помощью алгоритма обратной связи (рис. 1)
Анализ результатов на каждом этапе учебного процесса	Осуществляется на этапах промежуточной и текущей форм контроля, а также на каждом занятии (лекции, практики) (ТНООЗ, ИИ)
Актуализация учебных материалов дисциплины	Актуализация РПД (ФОСов) (типы: знать, уметь, владеть, виды тестовых заданий: открытые, закрытые), учебно-методических материалов: заданий для диагностической работы

Источник: составлено автором.

К входной информации (параметрам) ТНООЗ относится: информация из учебных планов о дисциплинах, данные по группам и потокам обучающихся, требования к потоковым дисциплинам.

Выходными (итоговыми) результатами являются: база данных с результатами промежуточной (текущей, итоговой) аттестации, оценка анализа результатов ООЗ, статистика затрачиваемого времени на проведение итоговых, контрольных мероприятий учебного процесса рассматриваемых дисциплин.

К промежуточным этапам ТНООЗ относятся: формирование тестовых заданий: вопросы на соответствие, в свободной форме, ввод ответов в короткой форме [8].

На основе сформированных вопросов формируется единый банк тестовых заданий (ЕБТЗ) для обеспечения потоковых дисциплин ФОСами и материалами для диагностической работы. Этапы ТНООЗ приведены в табл. 2.

Рассмотрим основные элементы и связи процесса взаимосвязи программного обеспечения и сервисов, позволяющих реализовать ТНООЗ. Схема взаимодействия компонентов представлена на примере РТУ МИРЭА (рис. 2).

Остановимся на пояснении сокращений в приведенной схеме. СДО – система дистанционного обучения, являющаяся основной платформой в РТУ МИРЭА по взаимодействию обучающихся и ППС с разме-

щением на ней всех учебно-методических материалов. Стоит отметить, что представленные на схеме взаимодействия компонентов сервисы и программное обеспечение (ПО) приведены на примере РТУ МИРЭА, но реализуемы и на примере других вузов в зависимости от технических характеристик и ПО. Схема, описывающая рекомендации (инструкции) по организации учебного процесса и проведения оценки остаточных знаний потоковых УД по уровням (этапам) в реализации ТНООЗ с рассматриваемой классификацией потоковых дисциплин (0–1 уровни), приведена на рис. 3.

Как было описано выше, применение ТНООЗ рассматривается на примере потоковых дисциплин. Связано это с тем, что организация единого подхода в указанном типе имеет ключевое значение. При переходе между уровнями в представленной структуре ТНООЗ определяются ключевые показатели, выполнение которых обязательно и невозможен переход на следующий этап (уровень) в случае, если не выполнен показатель предыдущего уровня [9].

0 уровень: классификация учебной дисциплины (модель классификации);

1 уровень: формирование состава ППС;

3 уровень: актуализация учебно-методических материалов (РПД, ФОСы, материалы ООЗ);

4 уровень: формирование ЕБТЗ, оценка и анализ результатов ТНООЗ, корректировка (актуализация) учебных материалов.

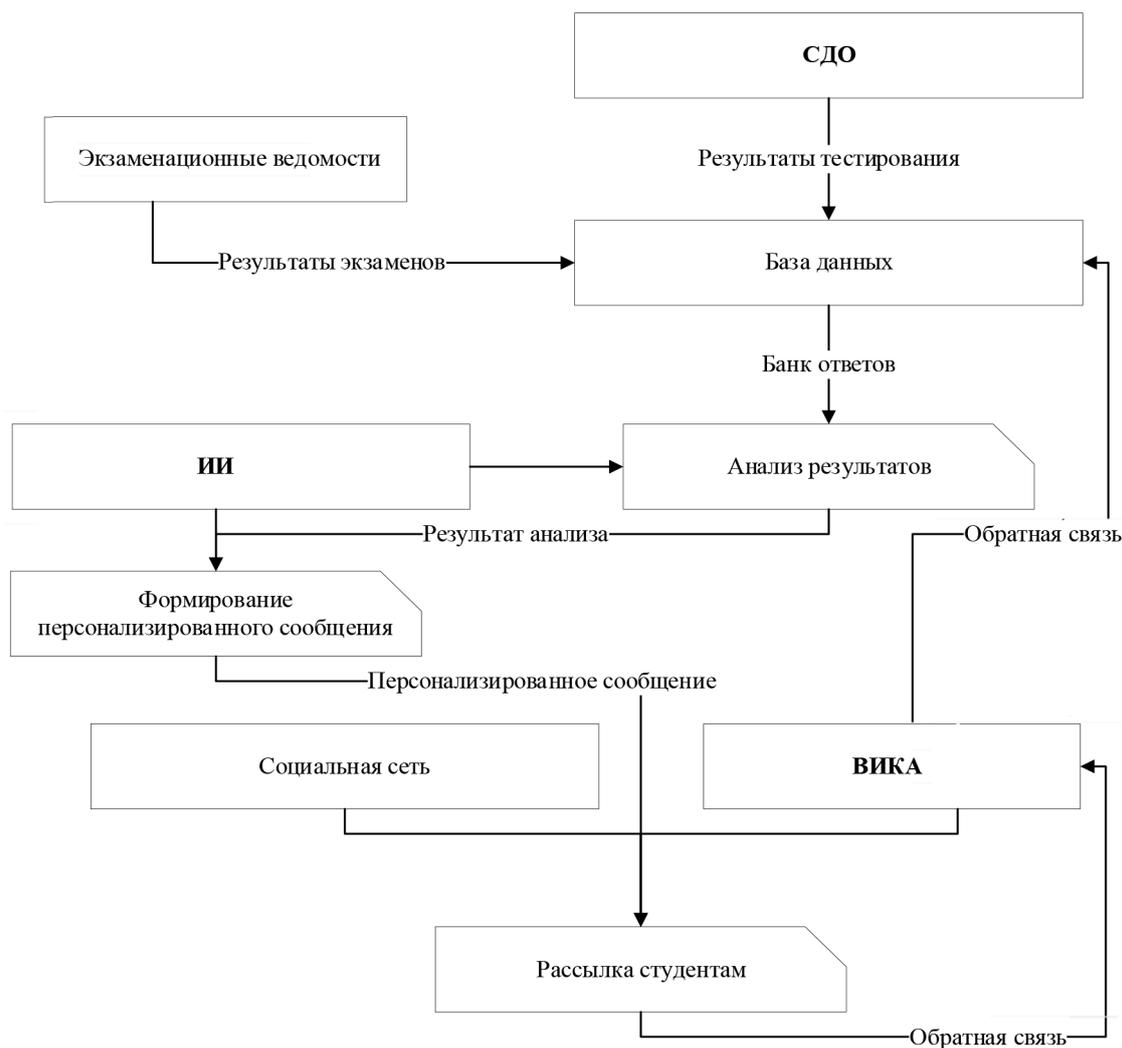


Рис. 2. Схема взаимодействия компонентов на примере сервисов РТУ МИРЭА [7]

Материалы и методы, применяемые в ТНООЗ:

– для реализации обратной связи использовали СДО и ВИКА;

– на этапе промежуточной (текущей) аттестации ТИИ модель «случайного леса» и GPT2;

– для формирования методических материалов учебной дисциплины на примере РТУ МИРЭА программное обеспечение и сервисы вуза, в частности РПД и СДО, представлены в табл. 2 и схеме взаимодействия компонентов на рис. 3.

Результаты исследования и их обсуждение

На рис. 4 показаны результаты промежуточной аттестации с применением ТНООЗ.

К результатам применения ТНООЗ на примере потоковой дисциплины «Большие данные» РТУ МИРЭА относятся:

– возможность проверки остаточных знаний по всем видам учебной деятельности в процессе изучения дисциплины: «Большие данные»: 8 лекций (8 тестов по материалам лекций, 1 итоговый тест);

– своевременная корректировка структуры в режиме обратной связи на этапе изучения дисциплины: «Большие данные»: 8 лекций (лекции 2, 5 подробное пояснение вопросов 1, 4, закрепление на практических занятиях, отправка материалов лекций и заданий для повторного изучения);

– оптимизация времени на этапе промежуточной (текущей) аттестации с применением модели «случайного леса» и GPT2: модели показали хорошие результаты, исторические данные позволяют обучить модели под специфику дисциплин, результаты моделей успешно использованы для последующего анализа и внесения изменений (рис. 5).

Проведение промежуточной аттестации в срезе одного дня

Расписание зачетной недели преподавателя:

До	После
<ul style="list-style-type: none"> Понедельник: 9.00 – 10.30 БББО-01-22 (29 студентов в группе) (фактически затрачиваемое время 2-3 часа) 12.40 – 14.10 БББО-02-22 (26 студентов в группе) (фактически затрачиваемое время 2-3 часа) 16.20 – 17.50 БББО-03-22 (31 студент в группе) (фактически затрачиваемое время 2-3 часа) 18.00 – 19.30 БББО-04-22 (30 студентов в группе) (фактически затрачиваемое время 2-3 часа) Вторник: 9.00 – 10.30 БББО-05-22 (30 студентов в группе) (фактически затрачиваемое время 2-3 часа) 10.40 – 12.10 БББО-06-22 (26 студентов в группе) (фактически затрачиваемое время 2-3 часа) 14.20 – 17.50 БББО-07-22 (30 студентов в группе) (фактически затрачиваемое время 2-3 часа) 18.00 – 19.30 БББО-04-22 Среда: и так далее. 	<ul style="list-style-type: none"> Понедельник: 9.00 – 10.30 БББО-01-22 (29 студентов в группе) (фактически затрачиваемое время 20-30 минут) 12.40 – 14.10 БББО-02-22 (26 студентов в группе) (фактически затрачиваемое время 30-50 минут) 16.20 – 17.50 БББО-03-22 (31 студент в группе) (фактически затрачиваемое время 20-30 минут) 18.00 – 19.30 БББО-04-22 (30 студентов в группе) (фактически затрачиваемое время 20-50 минут) Вторник: 9.00 – 10.30 БББО-05-22 (30 студентов в группе) (фактически затрачиваемое время 20-40 минут) 10.40 – 12.10 БББО-06-22 (26 студентов в группе) (фактически затрачиваемое время 30-60 минут) 14.20 – 17.50 БББО-07-22 (30 студентов в группе) (фактически затрачиваемое время 20-40 минут) 18.00 – 19.30 БББО-04-22 Среда: и так далее.

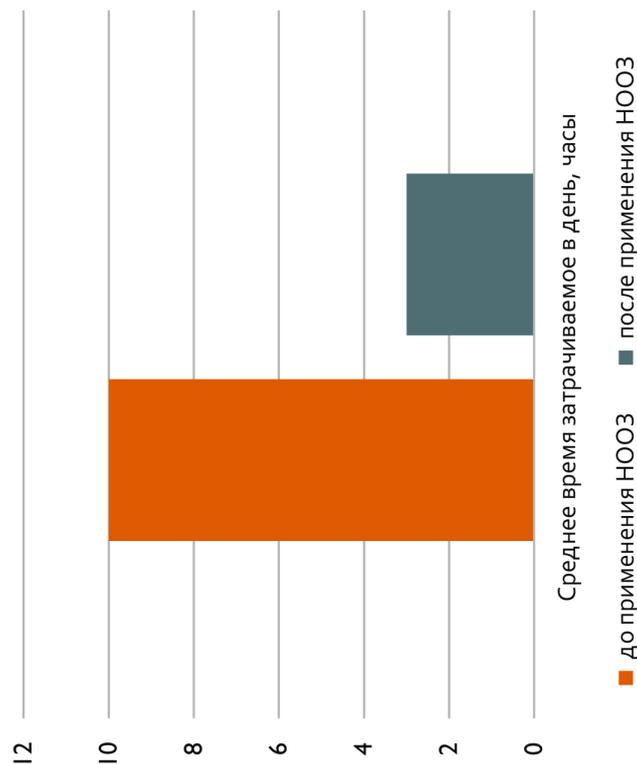


Рис. 5. Результаты с применением ТНООЗ при проведении итоговой формы контроля. Источник: составлено автором

Заключение

Реализация ТНООЗ в образовательном процессе позволяет осуществлять своевременную обратную связь и проводить анализ результатов изучения потоковых дисциплин на всех этапах промежуточного и итогового контроля. Решением заявленной в статье проблемы, заключающейся в отсутствии возможности проведения оценки остаточных знаний и реализации обратной связи для своевременного внесения изменений в структуре дисциплин в процессе изучения, а не после завершения процесса обучения, является реализация ТНООЗ. Результаты ТНООЗ показаны на примере потоковой дисциплины «Большие данные» кафедры ПМ РТУ МИРЭА.

Список литературы

1. Ершиков С.М., Иванова И.В. Мониторинг уровня остаточных знаний студентов медицинского университета // Ярославский педагогический вестник. 2017. № 5. URL: https://vestnik.yspu.org/releases/2017_5/28.pdf (дата обращения: 11.11.2024).
2. Шматко А.Д., Чабаненко А.В., Степашкина А.С. Внедрение аддитивных технологий и технологий искусственного интеллекта в образовательный процесс // Актуальные проблемы труда и развития человеческого потенциала: вузовско-академический сборник научных трудов. Вып. № 4 (21). СПб.: Санкт-Петербургский государственный экономический университет. 2021. URL: <http://www.iresras.ru/uploads/2022/Сборники/Сиговский%20сборник%202021%20год.pdf> (дата обращения: 11.11.2024).
3. Нечай Е.Е., Синенко А.А. Коммуникация студентов и преподавателей в виртуальном пространстве: вопросы приоритетов // Общество: социология, психология, педагогика. 2022. № 12 (104). URL: <https://sciup.org/society-spp/2022-12> (дата обращения: 14.11.2024).
4. Смоленцева Т.Е., Сумин В.И., Кравченко А.С. Разработка алгоритма управления обучением с определением количества контрольных проверок обучаемого // Вестник Воронежского института ФСИИ России. 2018. № 1. URL: https://vi.fsini.gov.ru/upload/territory/Vi/nauchnaja_dejatelnost/Vestnik/_v_fsini_2018_1.pdf (дата обращения: 10.11.2024).
5. Маслов С.И. Дидактические основания для классификации учебных предметов в современном образовании // Известия ТулГУ. Гуманитарные науки. 2012. № 1–2. URL: https://tidings.tsu.tula.ru/tidings/pdf/web/preview_therest_ru.php?x=tsu_izv_humanities_2012_01_part_2&year=2012 (дата обращения: 14.11.2024).
6. Бухарова Г.Д., Старикова Л.Д. Общая и профессиональная педагогика: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. М.: Издательский центр «Академия». 2009. 336 с.
7. Buinevich M., Shkerin A., Smolentseva T., Puchkova M. On the Implementation of Residual Knowledge Continuous Assessment Technology in an Educational Organization Using Artificial Intelligence Tools // Proceedings – 2024 4th International Conference on Technology Enhanced Learning in Higher Education, TELE 2024. 2024. P. 111–114. DOI: 10.1109/TELE62556.2024.10605664.
8. Аниськин В.Н. и др. Проектирование электронной информационно-образовательной среды педагогического вуза на основе информационно-деятельностного подхода // Jurnalul Umanitar Modern. 2021. Т. 4, № 2 (8). С. 5–9. DOI: 10.46591/MJUM.2021.0402.0001.
9. Баженова И.В., Клунникова М.М., Пак Н.И. Интеллектуальная модель оценки уровня расчетно-алгоритмического компонента вычислительного мышления обучающихся // Информатика и образование. 2022. Т. 37, № 4. С. 71–79. DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-4-71-79.

УДК 372.874
DOI 10.17513/snt.40293

РАЗВИТИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ У МАГИСТРАНТОВ-ДИЗАЙНЕРОВ НА ЗАНЯТИЯХ ПО СКЕТЧИНГУ

Сухарев А.И., Савлучинская Н.В.

ФГБОУ ВО «Омский государственный педагогический университет»,
Омск, e-mail: aist-09@mail.ru, savluc@mail.ru

В статье рассматривается профессиональная подготовка магистрантов направления «Дизайн» на занятиях по скетчингу. Цель исследования – выявление влияния выполняемых студентами скетч-заданий на занятиях по графике на формирование качества восприятия объекта изображения, представлений реализации и исполнения художественного образа в художественных материалах, кроме того, применение графических материалов в раскрытии дизайн-концепции и, как следствие, на повышение профессиональной компетенции. В качестве основных задач профессиональной деятельности дизайнера выделены художественное моделирование и эскизирование проектируемых предметов и объектов. В подготовке будущих специалистов в области дизайна уделяется внимание образному восприятию изображаемого и самого изображения, технике выполнения быстрых зарисовок, эскизированию с помощью различных материалов, то есть реализации требований стандарта в профессиональной компетенции. Проанализированные подходы по педагогической практике использования скетчинга позволили выявить необходимые качества развития профессиональных компетенций магистрантов, критерии оценки профессиональной компетенции. Была разработана методика обучения магистрантов синтезировать изобразительные и выразительные свойства графических материалов в новом сочетании; способность актуализировать дизайн-концепцию в ходе выполнения рисунка (эскиза). Выявлено, что у магистрантов повысилось качество выполнения работ на занятиях по графике в процессе введения скетч-заданий, а это означает повышение профессиональной компетенции магистрантов направления «Дизайн».

Ключевые слова: профессиональные компетенции, скетчинг, технология изображения, графические материалы, магистранты, дизайн

DEVELOPMENT OF PROFESSIONAL COMPETENCIES OF DESIGN UNDERGRADUATES IN SKETCHING CLASSES

Sukharev A.I., Savluchinskaya N.V.

Omsk State Pedagogical University, Omsk, e-mail: aist-09@mail.ru, savluc@mail.ru

The article discusses the professional training of undergraduates in the field of “Design” in sketching classes. The purpose of this study was to identify the influence of sketch tasks performed by students in graphics classes on the formation of the quality of perception of the image object, representations of the implementation and execution of an artistic image in artistic materials, in addition, the use of graphic materials in the disclosure of the design concept and, as a result, improve professional competence. The main tasks of the designer’s professional activity are: artistic modeling and sketching of projected objects and objects. In the training of future specialists in the field of design, attention is paid to the imaginative perception of the depicted and the image itself, the technique of performing quick sketches, sketching using various materials, that is, implementing the requirements of the standard in professional competence. The analyzed approaches to the pedagogical practice of using sketching made it possible to identify the necessary qualities of the development of professional competencies of undergraduates, criteria for assessing professional competence. A methodology has been developed for teaching undergraduates to synthesize the visual and expressive properties of graphic materials in a new combination; the ability to actualize a design concept during the execution of a drawing (sketch). It was revealed that undergraduates improved the quality of work in the classroom on the schedule in the process of introducing sketch tasks, which means increasing the professional competence of undergraduates, the direction of “Design”.

Keywords: professional competencies, sketching, image technology, graphic materials, undergraduates, design

Введение

Подготовка будущих дизайнеров на уровне магистратуры вызывает потребность в научном осмыслении влияния занятий по скетчингу на формирование профессиональных компетенций в области художественных задач данной специальности.

Продуктом графической подготовки магистрантов-дизайнеров становится не столько сам рисунок, сколько сформированное понятие «художественный образ» (дизайн-концепция), что предполагает каче-

ственную художественно-графическую основу подготовки. На занятиях по проектированию будущие дизайнеры сталкиваются с проблемами легкости воспроизведения собственных идей в художественный образ. Первые просмотры у магистрантов начальных курсов по дисциплине дизайн-проектирования показали, что более 60% студентов не справились с созданием многовариантности визуальной подачи проектных идей, связано это с разным уровнем графических умений и навыков у обучающихся.

Цель исследования – выявление связи между введением на занятиях по графике скетч-заданий, которые бы способствовали формированию у студентов легкости восприятия объекта изображения, представления его воплощенными в художественных материалах, а также выполнение объектов в разных ракурсах обобщенно и в деталях для повышения уровня профессиональных компетенций.

Материалы и методы исследования

В процессе исследования было проведено наблюдение за результатами просмотра работ 20 студентов магистратуры факультета искусств Омского государственного педагогического университета, кафедры дизайна, монументального и декоративного искусства первого курса направления «54.04.01 Дизайн» по профилю «Дизайн и компьютерная графика» на протяжении двух лет; на основе анкетирования проведен анализ трудностей, с которыми столкнулись обучающиеся по графике и в процессе проектирования; проведены теоретические занятия и разработаны скетч-задания для реализации в практической деятельности по графике.

Теоретической базой данного исследования стали исследования концепций художественного образования и основная образовательная программа [1, 2]. Изучены работы, посвященные способам развития профессиональных компетенций будущих дизайнеров в образовательном процессе университета, методики обучения и целеполагание [3–5]. Рассмотрены проблемы и опыт изучения дисциплин в изобразительном искусстве и дизайне [6–8]. Использованы исследования анализа отдельных понятий в области изобразительного искусства и частные методики по академическому рисунку, по другим дисциплинам в дизайне-образовании [9, 10].

Результаты исследования и их обсуждение

К основным задачам профессиональной деятельности дизайнера можно отнести: художественное моделирование и эскизирование проектируемых предметов и объектов. «Содержания образования в вузе также регламентируется ФГОС. Независимо от направления подготовка обучающихся предполагает освоение корпуса фундаментальных и прикладных дисциплин. Результатами освоения обучения являются сформированные универсальные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции» [1].

В основной профессиональной образовательной программе Омского государственного педагогического университета, направленности (профиля) «Дизайн и компьютерная графика» уровня высшего образования – магистратуры, выделены следующие профессиональные компетенции: «способен владеть рисунком и приемами работы, с обоснованием художественного замысла дизайн-проекта, макетированием и моделированием, с цветом и цветовыми композициями: использует способы графики, формы, методы и приемы организации технологического процесса эскизирования и дизайн-проектирования» [2].

Данные компетенции реализуются не только на этапе овладения навыками практической работы с различными графическими материалами, в творческой деятельности, но они также влияют на развитие профессиональных компетенций будущего дизайнера. «Большинство российских ученых считают компетентность одним из субъективных факторов продуктивной деятельности специалиста наряду с типом направленности личности, уровнем способностей и рассматривают ее как способ существования знаний, умений, образованности, способствующих личностной самореализации, нахождению будущим специалистом своего места в мире» [3].

Профессиональное владение технологией работы с различными графическими материалами (карандаш, мягкие материалы, фломастеры и др.) является важным условием высокой профессиональной компетенции дизайнера (рис. 1, 2).



*Рис. 1. Учебная работа.
Интерьер, бумага, цветной карандаш*



Рис. 2. Учебная работа.
Пейзаж, бумага, фломастер

В процессе просмотров 50% опрошенных студентов в качестве трудностей отметили отсутствие навыка выполнения быстрых зарисовок предметов и объектов, из них часть студентов (30%) не владела способами работы графическими материалами (кроме графитного карандаша), остальные 10% просто не успели за отведенное время выполнить задание.

Техника выполнения эскиза (рисунка) в процессе обучения имеет значение не только в органичном слиянии задач изобразительной деятельности с выбранным графическим материалом, но в развитии образного восприятия изображаемого и самого изображения, а кроме того, в профессиональной деятельности это визуализация дизайн-концепции в проекте перед заказчиком. В исследованиях Е.А. Рожниковой представлен материал об особенностях визуального эмоционального восприятия современной городской среды через воздействие сложности композиции, фрактальности построек и объектов на зрителя [4]. Важно, чтобы студенты учитывали композиционные особенности в набросках, скетчах, не перегружая их деталями.

Мастера-графика (иллюстратора, карикатуриста) отличает от начинающего в первую очередь именно техника владения изобразительным материалом. Знания и практические умения в работе с изобразительными графическими материалами позволяют профессионалу добиться поставленных задач, выразительного рисунка, эскиза, убедить заказчика в правильности выбора. Но изобразительную технику нельзя ставить во главу угла в подготовке маги-

странтов-дизайнеров вне связи с художественно-образной задачей рисунка.

Применение технологии развивающего обучения на занятиях по скетчингу активизирует развитие профессиональных компетенций обучающихся, когда важным показателем оценки рисунка является процесс создания художественного образа, в научной литературе все больше внимания уделяется данному методу работы. «Одним из современных направлений в рисунке является архитектурный скетчинг. Термин “скетчинг” означает технику создания рисунков от руки быстро и легко. В переводе с английского sketch – “эскиз, зарисовка, быстрый набросок”. Эта техника основывается прежде всего на скорости. Стоит отметить, что она также позволяет учащемуся выполнять быструю визуализацию с помощью рисунка разных зданий архитектуры, к тому же является дополняющим приемом во взаимодействии студентов в команде друг с другом во время процесса разработки дизайн-проектов в рамках архитектурного проектирования и других дисциплин» [5].

Убедительная демонстрация дизайн-концепции заказчику в эскизе возможна только при профессиональном владении разнообразными приемами рисования графическими материалами. Общепрофессиональные компетенции в деятельности дизайнера неразрывно связаны со знанием и умением использовать выразительные и изобразительные средства графических материалов в раскрытии дизайн-концепции.

Педагогическая практика по скетчингу позволяет определить необходимые качества развития профессиональных компетенций магистрантов:

- способность синтезировать изобразительные и выразительные свойства графических материалов в новом сочетании;
- способность актуализировать дизайн-концепцию в ходе выполнения рисунка (эскиза).

Поскольку методика организации занятий скетчингом должна способствовать развитию профессиональных компетенций будущих дизайнеров, для этого первоначально требуется определить критерии оценки уровня сформированности у студентов учебных работ по скетч-деятельности.

При разработке критериев оценки учебных работ по скетчингу необходимо учитывать особенности профессиональной деятельности дизайнера:

- специфику профессии дизайнера;
- специфику изобразительной деятельности, отвечающей требованиям определенных уровней профессиональных компетенций.

Высокий уровень профессиональных компетенций определяется не только выявлением художественного образа, но и умением вести и завершать скетч, то есть умением подчинять выразительные средства графического материала главному – дизайн-концепции проекта. Для педагога важно анализировать характер процесса рисования и помочь обучающемуся в поиске индивидуального художественного почерка.

На занятиях по скетчингу особое внимание уделено развитию профессионального восприятия будущего дизайнера. Восприятие конструкции объекта начинается с выбора точки зрения, уровня горизонта, которые позволят раскрыть с помощью изобразительных средств графического материала (рис. 3, 4). Уровень сформированности профессионального восприятия определяется и в решении тонально-цветовых задач. Поэтому на занятиях важно научить определять тональную шкалу листа с помощью выразительных средств изобразительного материала. Необходимо отметить, что художественно-образное решение графического листа связано с осознанностью поставленных учебных и творческих задач. Рисунок показывает характер восприятия, мышления и чувства рисующего.



Рис. 3. Учебная работа.
Пейзаж, высокий горизонт

При определении уровня сформированности профессиональных компетенций рисовальщика необходимо уделять внимание особенностям изобразительных действий студентов. «Художественно-творческая деятельность как способ организации учебного процесса направлена на овладение студентами методами и приемами художественно-творческой деятельности и усвоение опыта творческой деятельности, максимально приближенной к профессиональной» [6]. Анализ скетчей, изобразительного процесса на занятиях дает возможность выявить не только уровень сформированных профессиональ-

ных компетенций магистрантов, но и их индивидуальные особенности, мировоззрение.



Рис. 4. Учебная работа.
Пейзаж, низкий горизонт

Изобразительная деятельность на занятиях по скетчингу позволяет научиться в короткое время выявлять объективные пропорции модели и изображать конструктивные особенности формы. Это требует от магистрантов проведения логического анализа изображаемой модели, активизации мышления. Выявление характерных особенностей модели учит быстрому пониманию общей характеристики конкретного предмета.

Наблюдения в процессе занятий по скетчингу за работой магистрантов позволили отметить стремление студентов анализировать конструкцию изображаемых объектов, показать тектонику построения на листе бумаги конструкции формы посредством линий, тональных пятен и в конечном счете создать образ модели. Изобразительные и выразительные средства, стилевые особенности стали согласованы, подчинены идее скетча.

Были выявлены основные признаки грамотно разработанной композиции [7, с. 21]:

- уравновешенность изображения на листе (статическое/динамическое);
- соотношение масштаба изображаемых объектов с пропорциями изобразительной плоскости;
- раскрытие концепции листа через выявление композиционного центра.

Грамотность в организации композиции листа в скетчинге определяется по следующим критериям [5]:

- формат изобразительной плоскости (пропорции сторон), точки зрения (линия горизонта) на модель;
- оригинальность, выразительность композиционного решения;
- тоновая организация изобразительной плоскости, ее ритмическая организация;
- цельность композиционного решения листа.



*Рис. 5. Учебная работа.
Интерьер. Бумага, тушь, перо*



*Рис. 6. Учебная работа.
Пейзаж. Бумага, тушь, сухая кисть*

Показателем уровня развития профессиональных компетенций магистрантов также является и техника владения изобразительным материалом. «При работе над дизай-

нерскими проектами важно и необходимо выполнять множество рисунков, зарисовок, эскизов для выявления форм, пластики и материалов проектируемого объекта, его деталей и элементов. Поэтому замена графических дисциплин обучением студентов-дизайнеров владению компьютерными технологиями не является решением проблемы» [8]. Без определенных умений в работе с графическими материалами невозможно передать художественную концепцию с помощью компьютерных технологий. «Качество образовательной деятельности представляет собой комплексную характеристику, учитывающую совокупность показателей образовательной организации (содержание образования, формы и методы обучения, условия реализации образовательных программ), обеспечивающих развитие компетенций обучающихся» [9]. Показателем высокого уровня развития профессиональных компетенций является также знание теории изобразительного искусства и умение магистранта найти свой изобразительный почерк на примере апогея в искусстве (рис. 5, 6).

Поэтапное ведение работы оказало влияние на развитие мыслительной активности и практических навыков студентов. «Если при постановке заданий по академическому рисунку обучающемуся будут четко и понятно поставлены задачи, даны понятные критерии их выполнения и оценивания, приняты во внимание возможности потенциала и трудоспособности каждого, обсуждены итоги проделанной работы на общем просмотре и в индивидуальном порядке, расширены возможности выбора техники исполнения рисунка, выбора и сочетаний материалов; включены смешанные техники исполнения рисунка, расширены возможности композиционных приемов графики и экспериментов с фактурой – все данные мероприятия смогут существенно способствовать развитию у обучающегося умения применять художественно-творческий и проектный методы в решении профессиональных задач» [10]. Опыт преподавания рисунка позволил определить основные этапы работы скетч-заданий в соответствии с логикой организации изобразительной деятельности, что определяет методичность работы студентов, а также критерии ее оценивания:

- последовательное ведение работы, решение изобразительных и выразительных задач скетча;
- знание технологии работы графическими материалами и инструментами;
- владение технологическими приемами и художественно-образное решение листа.

Заключение

Наблюдение и анализ работы магистрантов на занятиях по графике с введением скетч-заданий позволили констатировать, что качество выполняемых работ стало выше, рисунки стали более разнообразными по способам применения графических материалов, форм, методов и приемов организации технологического процесса эскизирования и дизайн-проектирования. Вышеизложенное позволяет сделать вывод, что уровень сформированности профессиональных компетенций у магистрантов на занятиях по графике повысился и соответствует высоким требованиям профессионального стандарта.

Список литературы

1. Векслер А.К. Формирование концепции содержания отечественного художественного образования во второй половине XX, начале XXI веков: основания и подходы // *Современные проблемы науки и образования*. 2023. № 2. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=32524> (дата обращения: 22.11.2024). DOI: 10.17513/spno.32524.
2. Основная профессиональная образовательная программа [Электронный ресурс]. URL: https://omgpu.ru/sveden/get_opor/opor/422/f/plan.pdf?ysclid=m3e6kwwg4d0577123379 (дата обращения: 12.11.2024).
3. Галкина И.С. Пути и способы развития профессиональных компетенций будущих дизайнеров в образовательном процессе университета // *Педагогические науки. Ученые записки. Электронный научный журнал Курского государственного университета*. 2021. № 4 (60). URL: api-mag.kursksu.ru/api/v1/get_pdf/4219/ (дата обращения: 12.11.2024).
4. Рожникова Е.А. Особенности визуального восприятия современной городской среды // *Вестник ГГУ*. 30.12.2022. № 6. URL: http://p009.fim.ru/vestnik_ggu (дата обращения: 27.11.2024).
5. Терентьев А.Г. Современные методики в обучении студентов по дисциплине «Проектный рисунок» // *Современные проблемы науки и образования*. 2019. № 6. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=29374> (дата обращения: 22.11.2024).
6. Алиева Н.Ю. Проблема художественно-творческой деятельности студентов в художественно-педагогическом образовании // *Современные проблемы науки и образования*. 2016. № 3. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=24593> (дата обращения: 22.11.2024).
7. Дубровин В.М. Основы изобразительного искусства. Композиция: учебное пособие для вузов / Под научн. ред. В.В. Корешкова. 2-е изд. М.: Юрайт, 2024. С. 313. URL: <https://urait.ru/bcode/534141> (дата обращения: 25.11.2024).
8. Месенева Н.В. К вопросу о дисциплине «Перспектива и теория теней» для дизайнеров // *Современные наукоемкие технологии*. 2021. № 11–1. С. 173–177. URL: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=38907> (дата обращения: 25.11.2024). DOI: 10.17513/snt.38907.
9. Монахова В.П., Ерикова А.М., Ермакова М.О. Система оценки качества образования вуза: применение тестов по специальным дисциплинам // *Alma Mater (Вестник Высшей Школы)*. 2024. Вып. № 7 (июль). С. 23–27. URL: <https://almavest.ru/ru/archive/4162> (дата обращения: 28.11.2024). DOI: 10.20339/AM.07-24.023.
10. Шнейдер Е.М., Попов Е.И., Просецкая В.В. Особенности преподавания дисциплины академический рисунок в специальной подготовке студентов направления дизайн // *Современные проблемы науки и образования*. 2023. № 3. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=32667> (дата обращения: 25.11.2024). DOI: 10.17513/spno.32667.

НАУЧНЫЙ ОБЗОР

УДК 37.08:372.3/4
DOI 10.17513/snt.40294

**СИСТЕМАТИЗАЦИЯ НАУЧНЫХ ДАННЫХ
КАК МЕХАНИЗМ ОТБОРА СОДЕРЖАНИЯ
МЕТОДИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПЕДАГОГОВ
К РАБОТЕ С СЕМЬЯМИ ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА**

Лапп Е.А., Резанова Е.В.

*ФГБОУ ВО «Азовский государственный педагогический университет»,
Бердянск, e-mail: lapp-elen1965@mail.ru ,rezanova_oligo_vlg@mail.ru*

Цель исследования – провести анализ литературы и определить механизм отбора содержания подготовки педагогов к работе с семьями детей раннего детства посредством систематизации динамического массива научных данных в открытой интернет-среде. Авторами обосновывается актуальность проблемы совершенствования методической подготовки современных воспитателей для работы с семьями детей раннего возраста. Это связано с изменениями законодательства, определением раннего детства как особого возрастного феномена, недостаточным содержанием образовательных и дополнительных профессиональных программ, фрагментарно формирующих компетенции педагогов дошкольного образования. Выполнены изучение и систематизация массива научных данных современных диссертационных работ в количестве 120 источников в области социально-гуманитарных и медицинских наук. Авторами сформулированы обобщенные маркеры отбора: наименование субъектов – участников педагогического взаимодействия. Представленная матрица примерного содержания обучающего ресурса для дошкольных педагогов по работе с семьями дошкольников отражает результат систематизации диссертационных исследований по теме. Установлен потенциал современной научной информации для использования в ходе проектирования содержания программ подготовки и повышения квалификации кадров. Определен механизм для отбора содержания методической подготовки дошкольных педагогов к работе с семьями, воспитывающими детей раннего периода детства. Авторами обоснована применимость представленных материалов для конструирования разработчиками внутреннего наполнения образовательных программ в целях подготовки воспитателей к работе с семьями воспитанников дошкольного возраста в вузах и учреждениях дополнительного профессионального образования.

Ключевые слова: дети раннего возраста, методическая подготовка, содержание дополнительных программ, дошкольник, профессиональный стандарт, содержание образовательных программ, работа с семьей, дошкольный педагог

**SYSTEMATIZATION OF SCIENTIFIC DATA AS A MECHANISM
FOR SELECTING THE CONTENT OF METHODOLOGICAL TRAINING
OF TEACHERS TO WORK WITH FAMILIES OF YOUNG CHILDREN**

Lapp E.A., Rezanova E.V.

*Azov State Pedagogical University, Berdyansk,
e-mail: lapp-elen1965@mail.ru ,rezanova_oligo_vlg@mail.ru*

The purpose of the study is to analyze the literature and determine the mechanism for selecting the content of teacher training for working with families of early childhood children through the systematization of a dynamic array of scientific data in an open Internet environment. The authors substantiate the relevance of the problem of improving the methodological training of modern educators for working with families of young children. This is due to changes in legislation, the definition of early childhood as a special age phenomenon, and the insufficient content of educational and additional professional programs that fragmentarily form the competencies of preschool education teachers. The study and systematization of the array of scientific data of modern dissertations in the number of 120 sources among the social, humanitarian and medical sciences has been carried out. The authors have formulated generalized selection markers: the name of subjects participating in pedagogical interaction. The presented matrix of the approximate content of the educational resource for preschool teachers working with families of pre-school children reflects the result of the systematization of dissertation research on the topic. The potential of modern scientific information for use in the course of designing the content of training and advanced training programs has been established. A mechanism has been defined for selecting the content of methodological training for preschool teachers to work with families raising children of early childhood. The authors substantiate the applicability of the presented materials for the design by developers of the internal content of educational programs for the preparation of educators to work with families of pre-school age students in universities and institutions of additional professional education.

Keywords: early age children, methodical training, work with family, content of educational programs, pre-secondary school, content of additional programs, professional standard, preschool teacher

Введение

Необходимость совершенствования подготовки и повышения кадров для системы дошкольного образования продиктована рядом причин. Первая – изменения норматив-

но-правового поля, которые заключаются в обновлении стандартов российского образования, внедрении федеральных образовательных программ дошкольного образования, совершенствовании Семейного кодекса

Российской Федерации, утверждении концепции ранней помощи и др. Вторая – признание раннего детства как особо важного этапа жизненного проживания ребенка и необходимость адекватного психолого-педагогического сопровождения специалистами для гармоничного развития. Третья – недостаточность внутреннего своеобразия программного наполнения и содержания подготовки и повышения квалификации педагогов по работе с семьей ребенка раннего возраста.

Разработчики образовательных программ системы высшего и дополнительного профессионального образования фрагментарно отражают в содержании курсов накопленные в науке современные сведения о детях раннего периода детства и технологиях взаимодействия и сотрудничества с их родителями [1, 2]. Это приводит к снижению качества внутреннего содержания методической подготовки современных воспитателей. В свою очередь, у педагогов вызывает трудности реализация профильных трудовых функций в ходе решения профессиональных задач в отношении детей раннего периода детства и членов их семей.

Современный диапазон научных работ отечественных исследователей касается различных вопросов, связанных с подготовкой педагогических кадров в сфере дошкольного образования для работы с детьми раннего периода детства и членами их семей с применением различных цифровых технологий (табл. 1).

Таким образом, обобщение направлений научного поиска и изложенных позиций авторов позволяет констатировать следующее: исследовательский материал носит распределенный характер в различных научных областях, что затрудняет конструирование содержания программ подготовки кадров к работе с семьями детей раннего детства.

Целесообразность исследования заключается в возможности среди имеющихся информационно-цифровых ресурсов, хранящих динамический массив открытых научных данных в сети Интернет, совершить отбор научной информации для проектирования примерного содержания подготовки кадров для работы с семьей ребенка раннего возраста с учетом требований к профильным умениям дошкольных работников согласно ФГОС ДО и Профессиональному стандарту «Педагог».

Цель исследования – провести анализ литературы и определить механизм отбора содержания подготовки педагогов к работе с семьями детей раннего детства посредством систематизации динамического массива научных данных в открытой интернет-среде.

Для достижения поставленной цели авторами были запланированы следующие задачи:

– отобрать из имеющегося открытого массива научных цифровых данных современных диссертационных исследований в сети Интернет работы, близкие к проблеме подготовки педагогов к работе с семьями детей раннего возраста;

– систематизировать отобранные диссертационные исследования с учетом трудовых функций Профессионального стандарта и ориентацией на ФГОС ДО;

– сконструировать примерное содержание образовательного курса для освоения педагогами.

Научная новизна исследования – установлен потенциал современной научной информации для использования в ходе проектирования содержания программ подготовки и повышения квалификации кадров. Теоретическая значимость – определен механизм отбора содержания подготовки и повышения квалификации кадров для работы с детьми раннего возраста и их родителями. Практическая значимость заключена в применимости авторских материалов в ходе проектирования разработчиками образовательных программ содержания подготовки педагогов к работе с семьями детей раннего возраста в системе высшего и дополнительного профессионального образования.

Материалы и методы исследования

Выполнено изучение динамического массива научных данных современных диссертационных работ в количестве 120 источников с 1999 по 2024 гг. из научной электронной библиотеки авторефератов и диссертаций DissertCat. При систематизации данных авторы руководствовались принципами подготовки современных обзоров в соответствии с протоколами PRISMA [24]. Основными маркерами для отбора диссертационных исследований из открытого научного массива данных были слова «семья ребенка раннего возраста», «ребенок раннего возраста», «дети раннего возраста», «раннее детство», «раннее развитие», «работа с семьей ребенка раннего возраста», «подготовка педагогов к работе с семьями детей раннего возраста», «цифровая среда» и иные, что позволило нам так или иначе связать предложенные системой научные диссертационные исследования с проблемой подготовки педагогов к работе с семьями детей раннего возраста в цифровой среде. Отбор и последующий анализ работ проводили без учета принадлежности к научным областям.

Таблица 1

Проблемное поле современных научных исследований

Исследователи	Проблематика исследования
И.Н. Евтушенко, И.Ю. Иванова, Б.А. Артеменко, Е.Б. Быстрой, Н.Е. Пермякова	Готовность дошкольных педагогов к осуществлению профессиональной деятельности с воспитанниками раннего периода детства [3]
С.Л. Кокшарова	Выявление уровня сформированности профессиональных компетенций воспитателей в работе с семьями, воспитывающими детей от одного года до трех лет [4]
Е.Г. Гуцу, Н.Н. Деменова, О.В. Колесова, С.К. Тивикова, Л.Ю. Крылова	Описание сущности, критериев и уровней развития мотивационного компонента как составной части профессиональной компетенции современного воспитателя в области работы с родителями детей периода раннего детства [5]
З.Ш. Магомедова, А.И. Улзытуева, Н.С. Гейсер	Содержательные и технологические аспекты профессиональной подготовки будущих дошкольных педагогов для организации образовательного процесса в группах раннего возраста [6, 7]
Н.В. Тарасова	Особенности функционирования системы подготовки и переподготовки кадров для работы с детьми дошкольного возраста в своей работе [8]
А.Н. Атарова, Л.К. Ничипоренко, Р.И. Яфизова	Потенциал дистанционных форм в качестве средства развивающего взаимодействия с родителями и детьми раннего возраста [9]
Е.В. Намсинк	Вопросы об изменении деятельности дошкольных педагогов раннего детства при решении профессиональных задач в условиях цифровизации образовательной среды [10]
Т.В. Кривцова	Цифровая среда как пространство новых возможностей для работы с семьями в дошкольном образовательном учреждении [11]
А.Е. Аюченко, М.П. Тырина	Дидактическая готовность дошкольных педагогов к развитию цифровой образовательной среды в детском саду [12]
О.В. Пустовойтова, Н.А. Ведешкина	Модель технологии взаимодействия воспитателей с родителями воспитанников раннего возраста в условиях цифровой образовательной среды в детском саду [13]
Л.В. Арамачева, Е.Ю. Дубовик, О.М. Вербианова	Анализ затруднений современных родителей в вопросах воспитания, развития и обучения детей дошкольного и дошкольного возраста [14]
Н.М. Овечкина	Организационные аспекты оказания методической помощи воспитателям в просвещении родителей детей раннего возраста при основе на опыте прошлых лет [15]
Ю.А. Верхотурова	Деятельностный подход к разработке и содержанию профессиональной переподготовки кадров в сфере раннего развития детей [16]
Ю.А. Разенкова, О.В. Югова	Ресурсный подход и вариативная модель ранней коррекционно-развивающей помощи детям с ограниченными возможностями здоровья и их близким взрослым [17, 18]
Л.Б. Астахова	Реализация семейно-центрированного подхода при логопедическом сопровождении детей дошкольного и дошкольного возраста с привлечением родителей [19]
О.Н. Владимирова, К.П. Афонина, Е.М. Старобина, В.В. Лорер, И.С. Ишутина, З.В. Коган	Особенности становления системы ранней помощи в Российской Федерации [20]
Р.Ж. Мухамедрахимов, Л.В. Самарина	Подготовка квалифицированных специалистов для оказания услуг ранней помощи особым детям и их семьям в России [21]
Е.В. Шереметьева, О.Т. Скрипникова, С.Б. Носачева	Сопровождение семьи неговорящего ребенка раннего возраста в дошкольной образовательной организации [22]
Т.Г. Корякина, С.К. Винокурова	Психолого-педагогическое сопровождение ребенка раннего возраста с особым вариантом развития и его семьи с использованием дистанционных технологий [23]

Примечание: составлено авторами.

Таблица 2

Типология динамического массива открытых научных данных,
представленных в сети Интернет

Ранг	Блок	Кол-во работ	% соотношение от общего кол-ва
1	5.8.1. Общая педагогика, история педагогики и образования	20	16,7%
	5.8.2. Теория и методика обучения и воспитания (по областям и уровням образования)	20	16,7%
2	5.3.1. Общая психология, психология личности, история психологии	18	15%
3	5.8.3. Коррекционная педагогика	15	12,5%
4	3.1.2. Педиатрия	14	11,6%
5	5.3.4. Педагогическая психология, психодиагностика цифровых образовательных сред	7	5,8%
6	5.3.8. Коррекционная психология	6	5%
7	3.2.5. Медицинская психология	5	4,2%
	3.2.3. Общественное здоровье и организация здравоохранения, социология и история медицины	5	4,2%
8	5.3.2. Психофизиология	3	2,5%
	5.8.7. Теория и методика профессионального образования	3	2,5%
9	3.1.17. Психиатрия	2	1,7%
10	5.3.5. Социальная психология, политическая и экономическая психология	1	0,8%
	5.1.2. Публично-правовые (государственно-правовые) науки	1	0,8%

Примечание: составлено авторами.

Научно-исследовательский поиск выполняли среди социально-гуманитарных («Педагогика», «Психология», «Право») и медицинских наук («Медицинская психология», Общественное здоровье и организация здравоохранения, социология и история медицины), «Психиатрия»).

Результаты исследования и их обсуждение

Все отобранные диссертационные исследования были условно объединены авторами в блоки и проранжированы по количественному признаку и процентному соотношению от общего числа (табл. 2).

Дальнейшую систематизацию диссертационных исследований проводили посредством соотнесения их содержания с перечнем трудовых функций и трудовых действий, заимствованных из профессионального стандарта «Педагог», что позволило отобрать примерное содержание для освоения дошкольными работниками сконструированного курса в онлайн-среде (табл. 3).

Титульное название 5% диссертационных работ показывает возможность использования научной информации, отраженной

в них, для формирования у педагогов знаний нормативно-правовых основ по работе с семьями детей раннего возраста [25].

Внутреннее своеобразие оглавления 2,5% исследований ориентирует авторов на получение информативных данных о специфических особенностях работы дошкольного педагога с семьями детей раннего возраста в условиях цифровой среды [26, 27, 28].

Теоретико-практические материалы, касающиеся психолого-педагогических основ семейного воспитания ребенка раннего возраста, обнаруживаются в содержании 13,3% диссертационных исследований [29, 30].

В 16,7% научных работ, отобранных авторами, прослеживается наличие потенциальной информации для педагогов об организационно-методических основах работы педагогического коллектива дошкольных учреждений с родителями детей раннего возраста различных категорий [31, 32].

62,5% диссертационных исследований, в которых имеются научные данные о возрастных и индивидуальных особенностях детей раннего возраста, условно были распределены авторами на две группы.

Таблица 3

Матрица примерного содержания сконструированного обучающего курса
«Методическая подготовка дошкольных педагогов к работе
с семьями детей раннего возраста в цифровой среде»

Блоки содержания программы	Некоторые трудовые действия из трудовых функций «Воспитательная деятельность», «Развивающая деятельность», «Педагогическая деятельность по реализации программ дошкольного образования» Профессионального стандарта «Педагог» (в авторской формулировке)	Кол-во диссерт. исслед.
Нормативно-правовые основы организации работы детского сада с семьей	Разработка образовательной программы учреждения Создание коллективно и индивидуально ресурсов образовательной среды для детей раннего детства Комплексная организация образовательной работы с детьми раннего возраста на основе директивных требований Стандарта	6
Психолого-педагогические основы семейного воспитания ребенка раннего возраста	Использование конструктивных воспитательных усилий родителей и помощь членам семьи в решении вопросов воспитания ребенка	16
Возрастные и индивидуальные особенности детей раннего возраста	Решение профессиональных задач с учетом возрастных и индивидуальных особенностей развития детей раннего возраста Применение психолого-педагогических технологий в работе с детьми раннего возраста различных категорий	48 27
Организационно-методические основы работы детского сада с семьей	Разработка (совместно с другими специалистами) и реализация совместно с родителями (законными представителями) программ индивидуального развития ребенка	20
Работа детского сада с семьей на электронном обучающем ресурсе	Реализация современных, интерактивных форм и методов воспитательной работы в ДООУ и за его пределами Формирование и реализация программ развития, образцов и ценностей социального поведения, навыков поведения в мире виртуальной реальности и социальных сетях, формирование толерантности и позитивных образцов поликультурного общения	3

Примечание: составлено авторами.

Первую группу (40%) составляют исследования с описанием общих закономерностей развития детей раннего возраста с различными нозологиями: кохлеарной имплантацией [31], ДЦП [33], задержкой речевого развития [34] и др. Вторая группа (22,5%) включает в себя исследования, направленные на анализ применения в работе с детьми раннего возраста технологий формирования и развития общения [35], музыкально-эстетических интересов [36], сенсорных навыков [37] и др.

Изучение по существу диссертационных исследований, выполненное на основе изучения внутреннего наполнения, проявило следующие проблемы:

– приоритет исследований по вопросам возрастных и индивидуальных особенностей детей раннего возраста;

– описание организации работы педагогов с родителями;

– недостаточность научных исследований, раскрывающих педагогические инструменты всестороннего развития детей в период раннего детства.

Выводы

1. Открытый массив научных цифровых данных современных диссертационных исследований включает работы по проблеме подготовки к работе с семьями детей раннего возраста. Изученные исследования подтверждают разнонаправленность авторских позиций.

2. Содержание отобранных работ коррелирует с трудовыми функциями из Профессионального стандарта «Педагог» и основными положениями ФГОС ДО.

3. Имеющийся массив научных данных обеспечивает содержательное поле для подготовки педагогов по нормативно-правовым, психолого-педагогическим и организационно-методическим основам работы с семьями детей раннего детства.

Систематизация диссертационных исследований с учетом трудовых функций Профессионального стандарта «Педагог» и ориентацией на требования ФГОС ДО к кадрам определяется авторами как механизм отбора содержания методической подготовки педагогов-дошкольников. Полученный содержательный контент выступает основой подготовки специалистов к работе с детьми раннего возраста и их родителями.

Информативный потенциал описанного научного массива имеющихся данных в аспекте подготовки кадров к работе с семьями детей раннего возраста имеет потенциал внедрения. Он может быть использован разработчиками образовательных программ для отбора содержания, формулирования исследовательских идей, разработки дизайна новых курсов.

Список литературы

1. Лапп Е.А., Елисеева Н.А. Анализ предлагаемых в онлайн-пространстве программных материалов для подготовки педагогов к работе с детьми раннего возраста // Воспитание и обучение детей с нарушениями развития. 2024. № 7. С. 38–48. DOI: 10.47639/2074-4986_2024_7_38.
2. Лапп Е.А., Елисеева Н.А. Готовность системы высшего образования к подготовке педагогических кадров для работы с семьей ребенка раннего возраста: обзор основных профессиональных образовательных и рабочих программ // Бизнес. Образование. Право. 2024. № 4(69). С. 509-514. DOI: 10.25683/VOLBI.2024.69.1171.
3. Евтушенко И.Н., Иванова И.Ю., Артеменко Б.А., Быстрой Е.Б., Пермякова Н.Е. К вопросу профессиональной готовности педагогов в работе с детьми раннего возраста // Балтийский гуманитарный журнал. 2020. Т. 9, № 4(33). С. 69-73. DOI: 10.26140/bgz3-2020-0904-0019.
4. Кокшарова С.Л. Исследование уровня профессиональных компетенций по работе с семьями, имеющими детей раннего возраста, у педагогов дошкольного образования // Концепт. 2023. № 10. С. 102-118. DOI: 10.24412/2304-120X-2023-11098.
5. Гуцу Е.Г., Деменева Н.Н., Колесова О.В., Тивикова С.К., Крылова Л.Ю. Мотивационный компонент профессиональной компетенции педагога дошкольного образования в области работы с родителями: критерии и уровни развития // Современные наукоемкие технологии. 2023. № 11. С. 114-118. DOI: 10.17513/snt.39830.
6. Магомедова З.Ш. Подготовка будущих педагогов к организации образовательного процесса в группах раннего возраста // Дошкольник. Методика и практика воспитания и обучения. 2024. № 4. С. 36-39. DOI: 10.47639/2223-7003_2024_04_36.
7. Улзытуева А.И., Гейсер Н.С. Технологии подготовки педагогов дошкольного образования к работе в группах раннего возраста // Ученые записки Забайкальского государственного университета. 2022. Т. 17, № 2. С. 78-84. DOI: 10.21209/2658-7114-2022-17-2-78-84.
8. Тарасова Н.В. Система подготовки и переподготовки кадров для работы с детьми раннего возраста // Дошкольное воспитание. 2021. № 11. С. 1-8.
9. Атарова А.Н., Ничипоренко Л.К., Яфизова Р.И. Дистанционное дошкольное образование через призму подготовки будущих педагогов // Современное дошкольное образование. 2020. № 6(102). С. 47-57. DOI 10.24411/1997-9657-2020-10089.
10. Намсинк Е.В. Изменение профессиональной деятельности педагогов раннего детства в условиях цифровизации образовательной среды // Проблемы современного педагогического образования. 2023. № 78-4. С. 121-124.
11. Кривцова Т.В. Цифровая среда дошкольной образовательной организации: пространство новых возможностей // Современное дошкольное образование. 2022. №2(110). С. 16–29. DOI: 10.24412/1997-9657-2022-2110-16-29.
12. Аюченко А.Е., Тырина М.П. Дидактическая готовность педагогов к развитию цифровой образовательной среды в дошкольной организации // Современные проблемы науки и образования. 2019. № 6. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=29472> (дата обращения: 05.11.2024). DOI: 10.17513/spno.29472.
13. Пустовойтова О.В., Ведешкина Н.А. Модель технологии взаимодействия педагогов с родителями воспитанников дошкольной образовательной организации в условиях цифровой образовательной среды // Концепт. 2024. № 2. С. 126-143. DOI: 10.24412/2304-120X-2024-11021.
14. Арамачева Л.В., Дубовик Е.Ю., Вербианова О.М. Анализ затруднений современных родителей, воспитывающих детей раннего и дошкольного возраста, в вопросах воспитания, развития и обучения ребенка // Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева (Вестник КГПУ). 2022. № 3(61). С. 139-147. DOI: 10.25146/1995-0861-2022-61-3-358.
15. Овечкина Н.М. Организация методической помощи педагогам в просвещении родителей детей раннего возраста: из опыта прошлого // Педагогическое образование в России. 2020. № 1. С. 80-86. DOI: 10.26170/po20-01-10.
16. Верхотурова Ю.А. Деятельностный подход к содержанию профессиональной переподготовки педагогов системы раннего развития детей // Педагогическое образование в России. 2016. № 3. С. 64-68. DOI: 10.26170/po16-03-10.
17. Разенкова Ю.А., Югова О.В. Ресурсный подход в психолого-педагогических исследованиях и практике помощи семье ребенка с ограниченными возможностями здоровья // Вестник педагогических инноваций. 2023. № 4(72). С. 38-49. DOI: 10.15293/1812-9463.2304.03.
18. Югова О.В. Вариативная модель ранней коррекционно-развивающей помощи детям с ограниченными возможностями здоровья и их родителям // Специальное образование. 2017. № 1(45). С. 53-67.
19. Астахова Л.Б. Реализация семейно-центрированного подхода в процессе логопедического сопровождения детей раннего и дошкольного возраста и их родителей // Педагогическое образование в России. 2018. № 4. С. 113-119. DOI: 10.26170/po18-04-16.
20. Владимирова О.Н., Афонина К.П., Старобина Е.М., Лорер В.В., Ишутина И.С., Коган З.В. Становление системы ранней помощи детям и их семьям в Российской Федерации // Медико-социальная экспертиза и реабилитация. 2022. Т. 25, № 1. С. 55-64. DOI: 10.17816/MSER105568.
21. Мухамедрахимов Р.Ж., Самарина Л.В. Подготовка профессионалов для системы ранней помощи детям и семьям в Российской Федерации // Вестник практической психологии образования. 2020. Т. 17, № S2. С. 106-117.
22. Шереметьева Е.В., Скрипникова О.Т., Носачева С.Б. Сопровождение семьи неговорящего ребенка раннего возраста в дошкольной образовательной организации // Современные наукоемкие технологии. 2023. № 4. С. 229-233. DOI: 10.17513/snt.39606.
23. Корякина Т.Г., Винокурова С.К. Дистанционное психолого-педагогическое сопровождение семьи ребенка раннего возраста с ОВЗ // Проблемы современного педагогического образования. 2023. № 80-4. С. 147-149.

24. Tedja B., Al Musadiq M., Kusumawati A., Yulianto E. Systematic literature review using PRISMA: exploring the influence of service quality and perceived value on satisfaction and intention to continue relationship. // *Future Business Journal* 2024. Vol. 10. URL: <https://link.springer.com/article/10.1186/s43093-024-00326-4> (дата обращения: 15.11.2024).
25. Кожевникова В.В. Образовательная среда: обзор основных трактовок и подходов к изучению в психолого-педагогических исследованиях // *Журнал педагогических исследований*. 2018. Т. 3, № 1. С. 152-161.
26. Попова Т.В. Правовой режим семейной и личной тайны в условиях цифровой трансформации // *Право и государство: теория и практика*. 2024. № 2(230). С. 137-140. DOI: 10.47643/1815-1337_2024_2_137.
27. Певзнер М.Н., Тращенко С.А., Шерайзина Р.М., Александрова М.В. Педагогические стратегии развития межпоколенных взаимоотношений в детско-взрослых семейных сообществах. Великий Новгород: Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого, 2021. 83 с.
28. Гнатыхина Е.В. Ценностно-смысловые ориентиры формирования цифровой культуры будущего педагога. Челябинск: Российская академия образования, 2019. 234 с.
29. Кочерова О.Ю., Антышева Е.Н., Чубаровский В.В. Психологические особенности приемных родителей и родительско-детские отношения как факторы риска эмоциональных расстройств и расстройств поведения у детей раннего возраста, воспитывающихся в замещающих семьях // *Детская медицина Северо-Запада*. 2018. Т. 7, № 1. С. 171.
30. Лещинская С.Б., Стоянова И.Я., Бохан Т.Г. Взаимодействие родителей, их психическое здоровье и отношение к ребенку в контексте проблем и ресурсов семьи с нарушением репродуктивного здоровья // *Вестник психотерапии*. 2021. № 78(83). С. 79-97.
31. Антипова И.А. Индивидуальный образовательный маршрут как фактор позитивной социализации детей раннего возраста в детском саду // *Дошкольник. Методика и практика воспитания и обучения*. 2021. № 4. С. 44-52.
32. Олешова В.В. Надомное визитирование семей с детьми раннего возраста после кохлеарной имплантации // *Дефектология*. 2019. № 6. С. 72-78.
33. Малышева М.В., Налобина А.Н., Таламова И.Г., Сергеева Ю.С. Формирование двигательных навыков у недоношенных детей первого года жизни // *Теория и практика физической культуры*. 2021. № 5. С. 62-64.
34. Раева Т.В., Леонова А.В. Объективные критерии диагностики индивидуальных особенностей психического онтогенеза детей раннего возраста с задержкой речевого развития // *Сибирский вестник психиатрии и наркологии*. 2022. № 2(115). С. 25-30. DOI: 10.26617/1810-3111-2022-2(115)-25-30.
35. Разенкова Ю.А., Айвазян Е.Б. Варианты развития общения у детей первых лет жизни с различными ограничениями здоровья // *Альманах Института коррекционной педагогики*. 2018. № 32(6). С. 48.
36. Хилиль А.Ю. Формирование музыкально-эстетического интереса детей раннего возраста средствами дидактической игры // *Вестник Московского государственного университета культуры и искусств*. 2011. № 1(39). С. 186-190.
37. Хохрякова Ю.М. Сенсорное развитие детей раннего возраста. Традиции и инновации // *Дошкольное воспитание*. 2023. № 10. С. 37-39.

НАУЧНЫЙ ОБЗОР

УДК 376.37

DOI 10.17513/snt.40295

**К ВОПРОСУ О КОМПЛЕКСНОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ
ЛИЦ С НАРУШЕНИЯМИ РЕЧИ**^{1,2,3}Уклонская Д.В., ²Черешнева В.Е., ^{2,4}Бердникович Е.С.¹ФГБНУ «Институт коррекционной педагогики», Москва; e-mail: d_uklonskaya@mail.ru;²ГАОУ ВО «Московский городской педагогический университет», Москва;³ЧУЗ «Центральная клиническая больница «РЖД-Медицина», Москва;⁴ФГБНУ «Научный центр неврологии», Москва

Цели работы – обоснование целесообразности пререабилитации, определение направлений логопедической работы на этом этапе для разных категорий лиц с речевыми нарушениями. Проведен контент-анализ вопросов повышения эффективности и сокращения сроков абилитации/реабилитации в зарубежных и российских системах научного цитирования Pubmed, Web of Science, Scopus, Российский индекс научного цитирования за период с 1 января 2011 года по 31 октября 2024 года. Из 256 источников использовано 26. Обобщение осуществлялось параллельно, с последующим сопоставлением данных. Определено, что процесс реабилитации возможно оптимизировать за счет включения этапа пререабилитации, запускающей механизмы преадаптации. Далее проведено сравнение основных положений пререабилитации для лиц с тяжелыми заболеваниями, которые в результате лечения могут приводить к прогнозируемым речевым трудностям. Описан комплекс предварительных психолого-педагогических мероприятий, нацеленных на повышение эффективности комплексной абилитации/реабилитации пациентов после травм и хирургического лечения органов голосового и речевого аппарата; пациентов с врожденными расщелинами губы и нёба; нейроонкологическими заболеваниями, в том числе при подготовке к краниотомии в сознании («awake craniotomy»). Раскрыты основные направления и особенности логопедической работы, направленной на активизацию компенсаторных процессов для формирования функционального базиса речи, облегчения вербальной коммуникации в послеоперационном периоде с учетом специфических проявлений речевого дефекта, а также описаны психокоррекционные мероприятия и меры социально-психологической поддержки семьи реабилитируемого для активизации реабилитационных ресурсов пациента и ближайшего окружения. В итоге определено содержание пререабилитационного этапа для пациентов рассматриваемых категорий, которое варьируется в зависимости от сроков возникновения и анатомо-физиологических особенностей нарушений. Таким образом, дооперационный этап трансформируется содержательно, по сути, превращаясь в пререабилитационный психолого-педагогический этап, нацеленный на активизацию механизмов преадаптации и преднастройку организма к ожидаемым изменениям функционирования, которые наступят в будущем.

Ключевые слова: преадаптация, адаптация, пререабилитация, врожденные и приобретенные нарушения речи, логопедическая работа, психолого-педагогическая поддержка

**ABOUT THE COMPREHENSIVE REHABILITATION
OF PEOPLE WITH SPEECH DISORDERS**^{1,2,3}Uklonskaya D.V., ²Chereshneva V.E., ^{2,4}Berdnikovich E.S.¹Institute of Correctional Pedagogics, Moscow; e-mail: d_uklonskaya@mail.ru;²Moscow City Pedagogical University, Moscow;³Central Clinical Hospital “RZhD-Medicine”, Moscow;⁴Scientific Center of Neurology, Moscow

The purpose of the work is to substantiate the practicability of prehabilitation, to define the directions of speech therapy work at this stage for different categories of people with speech disorders. A content-analysis of the issues of increasing the efficiency and reducing the habilitation/rehabilitation period in foreign and Russian scientific citation systems Pubmed, Web of Science, Scopus, Russian Science Citation Index for the period from January 1, 2011 to October 31, 2024 was conducted. 26 of 256 sources were used. The summary was carried out in parallel, with following data comparison. It was determined that the rehabilitation process can be optimized by including the prehabilitation stage, which facilitates pre-adaptation mechanisms. Further, a comparison of the main principles of prehabilitation for people with severe diseases, that can lead to predictable speech difficulties, as a result of treatment, was carried out. The article describes a set of preliminary psycho-pedagogical measures aimed at increasing the effectiveness of comprehensive habilitation/rehabilitation of patients after injuries and surgical treatment of the vocal and speech apparatus; patients with congenital cleft lip and palate; patients with neuro-oncological diseases, including in preparation for awake craniotomy. The article reveals the main directions and features of speech therapy work aimed at activating compensatory processes to form a functional basis for speech, facilitating verbal communication in the postoperative period, taking into account the specific manifestations of the speech defect, as well as psycho-correctional measures and measures of social-psychological support for the family of rehabilitated person for activating the rehabilitation resources of the patient and his family. As a result, the content of prehabilitation stage for considered categories of patients, which varies depending on the start time and anatomico-physiological characteristics of disorders, is determined. Thus, the pre-operative stage is transformed in content, turning into a prehabilitation psycho-pedagogical stage, aimed at activating pre-adaptation mechanisms and pre-tuning the body to the expected changes in functioning that will occur in the future.

Keywords: preadaptation, adaptation, prehabilitation, congenital and acquired speech disorders, speech therapy, psycho-pedagogical support

Введение

В практике логопедической работы все чаще встречается категория пациентов, страдающих выраженными врожденными и приобретенными расстройствами речи, обусловленными обширными дефектами и деформациями в области органов артикуляционного и голосового аппарата, в частности вследствие хирургического лечения опухолей головы и шеи или врожденных расщелин губы и нёба (ВРГН). Не менее трудным для речевой реабилитации контингентом представляются пациенты с нейроонкологическими заболеваниями. Во всех указанных случаях анатомические дефекты являются причиной грубых функциональных изменений, определяя тяжесть расстройства речи, а также с высокой долей вероятности провоцируя возникновение личностных и семейных сложностей.

Компетенции современного логопеда предусматривают реализацию его профессиональной деятельности в системе как образования, так и здравоохранения, где он является активным членом междисциплинарной реабилитационной команды (МДРК) и вносит ощутимый вклад в процесс реабилитации. На протяжении последних лет актуальность вопросов повышения эффективности и сокращения сроков абилитации/реабилитации крайне высока и является едва ли не самой обсуждаемой проблемой в логопедическом сообществе.

Достижение максимально возможного уровня независимости пациента в повседневной жизни служит основной целью каждого конкретного случая абилитации/реабилитации. Необходимо помнить, что данный процесс, помимо временных ресурсов и материальных вложений, требует особой психологической работы человека над собой. Одной из современных тенденций развития реабилитологии становится оценка реабилитационного потенциала на основе научного прогнозирования с учетом как факторов, облегчающих течение реабилитационного процесса, так и барьеров, оказывающих отрицательное влияние на реабилитационную цель или даже препятствующих ее достижению [1, 2].

При составлении индивидуальной программы реабилитации, определяющей основные направления работы специалистов психолого-педагогического и медицинского звена реабилитационной команды, принято не столько учитывать признаки болезни и клинический диагноз пациента, сколько концентрироваться на показателях здоровья и ограничениях жизнедеятельности (МКФ, ICF) [3].

Концепция МКФ подчинена биопсихосоциальному подходу к процессу реабилитации, предполагает максимальную сосредоточенность на пациенте – «пациентцентрированность» – и объединяет медицинскую и социальную модели, обеспечивая единство позиции исследователя в отношении биологического, личностного и социального аспектов проблемы. Такой подход всегда был близок специальной педагогике, поэтому психолого-педагогическое сопровождение лиц с речевыми расстройствами в системе здравоохранения логично укладывается в рамки этой концепции. Специалисты психолого-педагогического звена рассматривают проблемы и потребности пациента на каждом из этапов реабилитации не только со стороны этиологии и патогенеза расстройства, но и с учетом факторов окружающей среды и особенностей личности самого реабилитируемого. Это позволяет прогнозировать течение реабилитационного процесса и разрабатывать эффективную программу коррекционно-педагогической работы, встроенную в мероприятия комплексной реабилитации. Современные подходы к реабилитации предполагают тесное сотрудничество специалистов медицинского и психолого-педагогического профилей, а также определяют необходимость поиска наиболее эффективных путей восстановления нарушенных функций [4].

Цели исследования – обоснование целесообразности пререабилитации и определение направлений логопедической работы на этом этапе для разных категорий лиц с речевыми нарушениями.

Материалы и методы исследования

Проведен контент-анализ вопросов повышения эффективности и сокращения сроков абилитации/реабилитации за счет раннего начала речевой реабилитации в зарубежных и российских системах научного цитирования Pubmed, Web of Science, Scopus, Российский индекс научного цитирования (РИНЦ, RSCI) за период с 1 января 2011 года по 31 октября 2024 года. Поиск осуществлялся по следующим ключевым словам: «пререабилитация», «адаптация», «врожденные и приобретенные нарушения речи», «дооперационный этап речевой реабилитации», «логопедическая работа», «психолого-педагогическая поддержка». Из 256 проанализированных источников для описания современного состояния проблемы исследования и возможных способов ее решения было выделено 26. Обобщение осуществлялось параллельно, с последующим сопоставлением данных [5].

Результаты исследования и их обсуждение

Согласно МКФ, специалист оценивает актуальные проблемы реабилитируемого, рассматривая его не как пациента с определенным диагнозом, а именно как индивида с определенными ограничениями функционирования, препятствующими достижению высокого уровня качества жизни. Под функционированием принято понимать деятельность, уровень активности, личностные характеристики и факторы окружающей среды, оказывающие влияние на процесс реабилитации. Можно сказать, что данный подход созвучен идеям Л.С. Выготского о влиянии социальных факторов на формирование и развитие, необходимости интегрированного подхода к реабилитации и усиленного внимания специалистов к резерву «здоровых задатков» [3, 6].

Так, в современных отечественных исследованиях все чаще обращается внимание на то, что успешность реабилитации не только определяется степенью выраженности анатомо-физиологических расстройств, но и зависит от субъективных факторов, в том числе от реабилитационной мотивации и включения в процесс абилитации/реабилитации обучающегося и членов его семьи [7, 8, 9].

Все более широкое распространение получает термин «реабилитационный потенциал» как характеристика, которая определяет возможность индивида достичь намеченной реабилитационной цели. Для эффективности реабилитационных мероприятий определяющее значение имеют биологические, психофизиологические характеристики человека и социально-средовые факторы [10, 11, 12].

К потенциальным способностям, которые следует учитывать в процессе реабилитации, относится, в частности, адаптация – возможность приспособления человека к окружающей среде. Иными словами, это естественный процесс приспособления как реакции на изменения окружающей среды. Тяжелое или угрожающее жизни заболевание, например появление в семье ребенка с тяжелым врожденным дефектом или диагноз «рак», порождают чувство страха перед будущим, шокируют предполагаемыми последствиями, выбивают из привычной жизненной колеи. В этом случае процесс адаптации затрудняется, что усложняет реабилитационный процесс. Данное обстоятельство вынуждает специалистов к поиску путей оптимизации процесса реабилитации, например за счет включения механизма *преадаптации* [13, 14].

Согласно классификации, предложенной А.Г. Асмоловым, в экстремальных жизнен-

ных ситуациях человек выбирает стратегии простого решения сложных вопросов, что не всегда положительно сказывается на восстановлении нарушенной функции. Это также подтверждают многочисленные наблюдения авторами спонтанного (неуправляемого) восстановления, которое часто не позволяет достигнуть высокого качества жизни [15].

Описывая адаптационные механизмы, А.Г. Асмолов выделяет не только адаптацию, но и преадаптацию. Преадаптационные механизмы рассматриваются как возможность изменить рутинный режим и устоявшийся образ жизни, изменить его на новый режим существования с учетом новых требований и новых условий жизни. Таким образом, адаптация трактуется как ответ на требования окружающей среды, а преадаптация – как преднастройка, возникающая еще до того, как появится необходимость изменений. Преадаптация – способность использовать потенциал заранее сформированных навыков в новых, отличных от прежних, условиях [13].

В случае необходимости хирургического вмешательства при лечении большинства тяжелых заболеваний принято выделять до- и послеоперационный этапы. Так, в клинических рекомендациях по лечению злокачественных опухолей различных локализаций описан пререабилитационный этап, предполагающий медикаментозную и, в ряде случаев, психологическую подготовку к предстоящему лечению [16, 17, 18].

Трудно поспорить с фактом, что послеоперационный этап вызывает наибольшие трудности как у самого пациента, так и у его близких, поскольку в результате кардинально меняется жизненная ситуация. Процесс адаптации в этом случае может протекать по-разному. Практический опыт, накопленный авторами статьи, позволяет выявить ряд проблем, имеющих место при наличии тяжелого заболевания, к которым, в частности, относятся кардинальное изменение привычного образа жизни, трансформация межличностных отношений, необходимость выстраивания жизненного мира заново [19, 20].

Исходя из этого, подготовку к предполагаемым трудностям послеоперационного периода можно начать заранее, то есть еще до операции, и при необходимости продолжать ее между этапами хирургического лечения. Психолого-педагогическая работа на этапе пререабилитации закладывает основы реабилитационного процесса и основывается не только значимым условием эффективности реабилитации, но и фактором формирования стойкости и посттравматического роста личности [21, 22].

Каким же образом можно использовать механизмы преадаптации в реабилитации

лиц с нарушениями речи? Организационная и методическая составляющая этого процесса, с точки зрения психолого-педагогического аспекта, только начинает разрабатываться [1, 15, 23].

Обоснованием включения пререабилитации в реабилитационный процесс лиц с нарушениями речи врожденной и приобретенной этиологии является положение о раннем начале коррекционно-развивающей работы с целью активизации процессов компенсации, нормализующих функциональный базис речи и способствующих облегчению вербальной коммуникации. Подобный подход позволяет запустить преадаптационные механизмы и организовать реабилитацию так, чтобы пациент и его ближайшее окружение активно участвовали в процессе лечения и реабилитации с самых первых дней [1, 14, 15].

Основными принципами коррекционно-педагогического воздействия на этапе пререабилитации будут учет этиологии и патогенеза речевого дефекта, а также его симптоматики и структуры; системность, комплексность, дифференцированность, междисциплинарность, семейная центрированность, а также личностная ориентированность и индивидуализация (персонафицированность) [15].

Согласно результатам исследований Д.В. Уклонской, эффективность коррекции речевых расстройств, обусловленных постоперационными дефектами органов головы и шеи, значительно увеличивается при условии проведения специальных предоперационных мероприятий, нацеленных на облегчение предполагаемых расстройств вербальной коммуникации, включающих предварительное формирование функционального базиса произношения и голосообразования. Следует отметить необходимость проведения информационной работы с семьей пациента для формирования и поддержания реабилитационного ресурса ближайшего окружения, а также важность налаживания контакта с пациентом и формирования благоприятных отношений между специалистом и обучающимся [15, 24].

Особый интерес представляют научные исследования о краниотомии в сознании («awake craniotomy»), которые проводятся в ФГБНУ «Научный центр неврологии». Данное нейрохирургическое вмешательство нацелено на минимизацию повреждающего эффекта оперативного лечения путем интраоперационного выявления и сохранения функционально значимых зон мозга, что особенно актуально, когда опухоль располагается в непосредственной близости к корковым и подкорковым центрам речи. Последние исследования о коннективности

мозга, которые стали возможными благодаря появлению современных методов нейровизуализации (функциональной магнитно-резонансной томографии (ФМРТ)), значительно расширяют научные представления о корковой локализации речевых функций. Этот факт делает особенно актуальной возможность выявления и сохранения высших корковых функций у пациентов нейроонкологического профиля с помощью проведения хирургического лечения опухолей мозга методом краниотомии в сознании.

Поскольку методика предполагает «пробуждение» пациента на определенном этапе операции с целью проведения функциональных проб для оценки сохранности функционально значимых зон мозга, то в состав операционной бригады для осуществления интраоперационного картирования речевых зон необходимо включать логопеда. Опыт Е.С. Бердникова и ее коллег позволяет утверждать, что подобного рода мероприятия должны быть тщательно подготовлены до операции, что также укладывается в описываемую авторами психолого-педагогическую концепцию пререабилитации [23].

Следует подчеркнуть, что в содержании логопедической работы на предоперационном этапе, в случае если предполагается хирургическое удаление опухоли мозга вышеуказанным методом, необходимо уделить внимание не только тщательному налаживанию контакта и определению степени выраженности речевых нарушений, но и подробной отработке типов заданий, которые будут предложены пациенту в процессе операции, до степени безошибочного выполнения. Качество выполнения заданий интраоперационно – критерий и показатель объема хирургического лечения.

В программу пререабилитации необходимо включать информирование о предполагаемых изменениях речевого статуса, об этапах, принципах и динамике обучения, о видах и формах взаимодействия до и после хирургического лечения (информационно-обучающее направление); а также общую психологическую поддержку пациента, его родных и близких, стабилизацию психологического состояния и формирование направленности на выполнение рекомендаций специалистов (психокоррекционное направление). Необходимым условием эффективной реабилитации является регулярное выполнение элементарных коррекционно-развивающих приемов в домашних условиях, что должно обеспечиваться, в том числе, предварительным формированием специальных компетенций ближайшего окружения пациентов в форме бесед и консультативно-обучающих занятий [24, 25, 26].

Основные направления коррекционно-педагогической работы при нарушениях речи врожденного и приобретенного характера на пререабилитационном этапе

Категории обучающихся	Основные направления логопедической работы	Психокоррекционное направление	Информационно-обучающее направление
Лица с ВРГН	<ul style="list-style-type: none"> – формирование и развитие навыков физиологически обоснованного фонационного дыхания; – коррекция нарушений баланса резонирования голоса; – развитие функциональных возможностей мышц органов артикуляции; – мероприятия по облегчению проблем, связанных с приемом пищи 	<ul style="list-style-type: none"> – общая психологическая поддержка пациента, его родных и близких; – стабилизация психологического состояния; – формирование направленности на выполнение рекомендаций специалистов 	<ul style="list-style-type: none"> – информирование о предполагаемых изменениях речевого статуса, об этапах, принципах и динамике обучения; – ознакомление с видами и формами взаимодействия до и после хирургического лечения
Лица после лечения новообразований головного мозга и опухолей головы и шеи	<ul style="list-style-type: none"> – пропедевтические мероприятия, направленные на предупреждение возникновения расстройств речи (произношения, голоса, дыхания, глотания); – формирование навыков использования системы альтернативной и/или дополнительной коммуникации; – логопедические мероприятия по минимизации последствий хирургического лечения на головном мозге 		

Такой подход к проведению пререабилитационных мероприятий адаптирует пациента к манере предъявления заданий, их приближенному содержанию, снижает эмоциональную напряженность потенциально травмирующей ситуации; а хирургическая бригада получает возможность провести более точную оценку функционально значимых зон мозга. Это положительно влияет на реабилитационный прогноз, минимизирует последствия столь необходимого, но травматичного хирургического вмешательства.

В диссертационном исследовании В.Е. Агаевой, описывающем состояние произносительной стороны речи у детей с ВРГН, отмечается, что эффективность логопедической работы повышается при условии реализации пререабилитационной модели на дооперационном этапе комплексной реабилитации. На этапе пререабилитации в программу коррекционно-педагогической работы были включены мероприятия по стимуляции механизмов преадаптации, преднастройке базиса дыхания, фонации и артикуляции, а также мероприятия по нормализации акта приема пищи [1, 7].

Реализация психокоррекционного и информационно-обучающего направлений играет важную роль на всех этапах реабилитационного процесса в вопросе своевременного решения трудностей, возникающих в процессе реабилитации как у обучающегося, так и его ближайшего окружения [6].

Длительность пререабилитационного этапа гибко варьируется в зависимости от основного диагноза и этапности проведения хирургического лечения: при лечении онкологических заболеваний она в среднем

не превышает 7–10 дней; в ситуации психолого-педагогического сопровождения детей с ВРГН может дробиться на несколько периодов, в зависимости от индивидуального плана хирургического лечения.

Основные направления коррекционно-педагогической работы при нарушениях речи врожденной и приобретенной этиологии на пререабилитационном этапе, определенные в ранее проведенных исследованиях Д.В. Уклонской, В.Е. Агаевой, Е.С. Бердникович, обобщены в таблице.

Из таблицы видно, что содержание пререабилитационного этапа различается в зависимости от структуры речевого дефекта и сроков его возникновения, но имеет общие направления работы в части информационно-обучающей и психокоррекционной.

Заключение

Пререабилитационный подход, применяемый в коррекции врожденных и приобретенных речевых нарушений, позволяет расширить рамки понимания дооперационного этапа коррекционно-педагогической работы, расширяясь до задач активизации преадаптационных механизмов в рамках подготовки к предстоящим прогнозируемым трудностям постоперационного периода. Это, как следствие, расширяет традиционные рамки содержания коррекционной работы на этапе реабилитации/пререабилитации до решения задач преадаптации к предполагаемым изменениям функционирования организма. Содержание психолого-педагогической работы варьируется в зависимости от вида и степени тяжести послеоперационных анатомо-физиологических

нарушений. Кроме того, необходимо принимать во внимание влияние на общее психологическое состояние и поведение человека выраженных косметических дефектов как одного из последствий хирургического лечения опухолей головы и шеи, а также сроки давности с момента возникновения речевого расстройства.

Основная цель преабиляции/прерабиляции заключается в предварительной оценке реабилитационного потенциала и научно обоснованном прогнозировании течения послеоперационного восстановления нарушенной речевой функции, что является необходимым элементом выстраивания эффективной коррекционно-педагогической работы. На данном этапе необходимо формирование совместной предоперационной работы специалиста педагогического звена, направленной на подготовку организма пациента к ожидаемым изменениям функционирования в будущем, и работы специалиста психологического профиля, нацеленной на формирование специальной реабилитационной мотивации и общую психологическую подготовку пациента к работе с последствиями болезни и операции. Значимым фактором эффективности коррекционного воздействия является также адекватное информирование семьи и ближайшего окружения пациента. Таким образом, дооперационный этап существенно расширяется и углубляется, превращаясь в особый целостный прерабиляционный процесс.

Список литературы

1. Агаева В.Е. Формирование произношения у детей с врожденными расщелинами губы и неба в процессе этапной логопедической работы: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Москва, 2022. 26 с.
2. Кудасова Е.О., Уклонская Д.В., Кочурова Е.В., Николенко В.Н. Методические рекомендации по улучшению адаптивности пациентов с приобретенными дефектами челюстно-лицевой области // Российский стоматологический журнал. 2020. Т. 24, № 6. С. 416-423.
3. Международная классификация функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья. Женева: ВОЗ, 2001. 342 с.
4. Симонова Т.Н. Проблема междисциплинарного сотрудничества в процессе комплексной помощи детям дошкольного возраста с тяжелыми двигательными нарушениями // Педагогические исследования. 2021. № 4. С. 47-65.
5. Белобородов В.А., Воробьев В.А., Семинский И.Ж. Порядок выполнения систематического обзора и мета-анализа по протоколу PRISMA // Система менеджмента качества: опыт и перспективы. 2023. № 12. С. 5-9.
6. Иванова Г.Е., Булатова М.А., Поляев Б.Б., Трофимова А.К. Применение Международной классификации функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья в реабилитационном процессе // Вестник восстановительной медицины. 2021. Т. 20, № 6. С. 4-33.
7. Агаева В.Е. Психолого-педагогическое сопровождение семьи, воспитывающей ребенка раннего возраста с врожденной расщелиной губы и неба // Дефектология. 2019. № 3. С. 50-57.
8. Чушева Н.А., Сурнина М.В., Кузванова А.А. Психолого-педагогическое сопровождение семьи ребенка с нарушениями развития // Вестник Алтайского государственного педагогического университета. 2020. № 1(42). С. 16-20.
9. Симонова Т.Н. Синергетическая модель психолого-педагогической помощи дошкольникам с тяжелыми двигательными нарушениями: автореф. дис. ... докт. пед. наук. Москва, 2011. 42 с.
10. Морозова Е.В., Алексанин С.С. Концептуальный подход к разработке проблемы реабилитационной приверженности личности в условиях инвалидизирующего заболевания // Вестник психотерапии. 2021. № 80 (85). С. 128-144.
11. Карасаева Л.А., Коробов М.В. Системный подход в организации медико-социальной реабилитации инвалидов в Российской Федерации // Kazakh Journal of Physical Medicine & Rehabilitation. 2019. № 3(28). С. 51-54.
12. Дымочка М.А., Коробов М.В., Владимиров О.Н., Афонина К.П. Индивидуальная программа реабилитации и абилитации инвалида (ребенка-инвалида) // Реабилитация инвалидов: национальное руководство / под редакцией Г.Н. Пономаренко. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2018. С. 77-79.
13. Асмолов А.Г., Шехтер Е.Д., Черноризов А.М. Прерабация к неопределенности: непредсказуемые маршруты эволюции. М.: Акрополь, 2018. 212 с.
14. Уклонская Д.В. Современные подходы к восстановлению речи при приобретенных расстройствах внешнего оформления высказывания у взрослых: курс на прерабацию // Дефектология. 2022. № 5. С. 70-79.
15. Уклонская Д.В. Система логопедической работы в комплексной реабилитации лиц после хирургического лечения опухолей головы и шеи: автореф. дис. ... докт. пед. наук. Москва, 2022. 42 с.
16. Мельникова Е.А., Старкова Е.Ю., Семенов А.В., Литау В.Ю., Тульских Д.А. Прерабация онкологических пациентов перед обширным хирургическим вмешательством в брюшной и грудной полостях: обзор литературы // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2024. № 101(2). С. 46-56.
17. Fitzgerald E., Perry A. Pre-operative counselling for laryngectomy patients: a systematic review // The Journal of Laryngology and Otology. 2016. Vol. 130, Issue 1. P. 15-20. DOI: 10.1017/S0022215115002984.
18. Longobardi Y., Savoia V., Parilla C., Marchese M.R., Morra L., Mari J., Degni E., D'Alatri L. Pre-operative speech-language pathology counselling in patients undergoing total laryngectomy: a pilot randomized clinical trial // Current Psychology. 2021. Vol. 42. P. 5717-5727. DOI: 10.1007/s12144-021-01932-z.
19. Магомед-Эминов М.Ш. Психика как работа // Вестник Московского университета. Серия 14: Психология. 2011. № 4. С. 92-108.
20. Магомед-Эминов М.Ш. Понятие психологической мощи // Российский научный журнал. 2013. № 7 (38). С. 122-128.
21. Criel Y., Baert E., Kalala Okito J.-P., Hallaert G., van Roost D., de Baerdemaeker L., Degrève W., Miatton M., Santens P., van Mierlo P., de Letter M. Pre- to postoperative longitudinal follow-up of phoneme perception in glioma patients: evidence from the mismatch negativity and P300 // Aphasiology. 2024. Vol. 38, Issue 6. P. 993-1027. DOI: 10.1080/02687038.2023.2251176.
22. Магомед-Эминов М.Ш., Орлова О.С., Уклонская Д.В., Хорошкова Ю.М. Проблемы и перспективы комплексной психолого-педагогической реабилитации и ресоциализации пациентов после хирургического лечения опухолей головы и шеи // Специальное образование. 2018. № 2. С. 50-62.
23. Collée E., Vincent A., Dirven C., Satoer D. Speech and language errors during awake brain surgery and postoperative language outcome in glioma patients: a systematic review // Cancers. 2022. Vol. 14(21). Issue 5466. DOI: 10.3390/cancers14215466.
24. Магомед-Эминов М.Ш., Уклонская Д.В., Зборовская Ю.М. Психолого-педагогическая реабилитация и ресоциализация после хирургического лечения опухолей головы и шеи на постгоспитальном этапе: проблемы и пути решения // Вестник Удмуртского университета. Серия «Философия. Психология. Педагогика». 2023. Т. 33, № 4. С. 373-381.
25. Екжанова Е.А., Карелин А.Ф., Медведева О.В. Логопедическая помощь детям с новообразованиями головного мозга после оперативного вмешательства, химио- и лучевой терапии // Специальное образование. 2022. № 1 (65). С. 63-80.
26. Ткаченко Г.А., Степанова А.М. Психологическая реабилитация онкологических больных: от истоков к современности // Злокачественные опухоли. 2022. Т. 12, № 4. С. 36-40.

СТАТЬЯ

УДК 530.145
DOI 10.17513/snt.40296

ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ КОМПАКТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КВАНТОВЫХ СХЕМ

Тырышкин С.Ю.

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

Цель статьи заключается в рассмотрении особенностей и перспектив реализации параллельного компактного моделирования квантовых схем. Материалы и методы исследования – модели, методы, алгоритмы и процедуры параллельного синтеза и анализа специализированных логических схем, численные методы решения алгебраических уравнений, группировка, сравнение, абстракция, дедукция. Результаты: в статье описывается подход к параллельному компактному моделированию квантовых схем, который основан на моделировании равномерно-структурированных гамильтонианов. Отдельный акцент в процессе исследования сделан на изучении того, каким образом параллелизм может ускорить квантовое моделирование. В частности, рассмотрен параллельный квантовый алгоритм для моделирования динамики большого класса гамильтонианов. Кроме того, освещены общие вычислительные аспекты параллелизации с выделением особенностей компактного формата вычислений, который предполагает хранение и вычисление только ненулевых элементов для повышения эффективности моделирования. Для достижения максимальной пропускной способности ввода-вывода предложена техника управления памятью на основе наложения. Отдельный акцент сделан на методах оптимизации параллелизма для ускорения компактного моделирования квантовых схем. Выводы: стратегия параллельной декомпозиции задач для межзатворных и внутризатворных операций на основе разделенных блоков данных открывает дополнительные возможности оптимизации для моделирования квантовых схем.

Ключевые слова: квантовые вычисления, параллелизм, данные, ворота, оптимизация, буфер памяти, ввод-вывод, вычисления

PARALLEL COMPACT MODELING OF QUANTUM CIRCUITS

Tyryshkin S.Yu.

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

The aim of the article is to consider the peculiarities and prospects of realization of parallel compact modeling of quantum circuits. Material and methods of research – models, methods, algorithms and procedures of parallel synthesis and analysis of specialized logic circuits, numerical methods of solving algebraic equations, grouping, comparison, abstraction, deduction. Results: the paper describes an approach to parallel compact modeling of quantum circuits, which is based on modeling of uniformly structured Hamiltonians. A particular focus of the research process is to investigate how parallelism can accelerate quantum simulations. In particular, we consider a parallel quantum algorithm for modeling the dynamics of a large class of Hamiltonians. In addition, general computational aspects of parallelization are highlighted, highlighting the features of a compact computation format that involves storing and computing only non-zero elements to improve simulation efficiency. An overlay-based memory management technique is proposed to maximize I/O throughput. Separate emphasis is placed on parallelism optimization techniques to accelerate compact simulation of quantum circuits. Conclusions: a parallel task decomposition strategy for inter-gate and intra-gate operations based on separated data blocks opens up additional optimization opportunities for quantum circuit simulations.

Keywords: quantum computing, parallelism, data, gates, optimization, memory buffer, I/O, computation

Введение

На протяжении последних нескольких лет поддерживать темпы выполнения закона Мура становится сложной и отнюдь не тривиальной задачей. Отдавая должное различным инновациям, которые уже сегодня позволяют удовлетворить высокие требования к мощности и производительности экзамасштабных систем, в научно-экспертном сообществе прогнозируется, что альтернативный подход даст возможность обеспечить устойчивый рост вычислительной мощности за пределами экзамасштаба. По мнению исследователей, одной из таких

альтернатив являются квантовые вычисления (КВ), которые обладают потенциалом экспоненциального ускорения для некоторых типов вычислений [1]. В этой ситуации, несомненно, доминирует цифровая модель КВ, основанная на вентилях, и, хотя существуют теоретические гарантии того, что другие конкурирующие режимы, например адиабатические КВ, не менее эффективны, они остаются гораздо более нишевой технологией.

Следует отметить, что КВ – это в большей степени комплексный термин, который охватывает ряд различных архитектур

турных, логических и вычислительных подходов для решения некоторых типов задач, которые классически неразрешимы. Среди широкого спектра приложений КВ классическое моделирование необходимо исследователям в целях разработки оптимизированных квантовых алгоритмов, проверки функциональности квантовых схем и более четкого понимания квантовых операций [2]. В то же время следует отметить, что моделирование квантовых схем – это достаточно сложная и трудновыполнимая задача, поскольку предполагает необходимость проведения больших вычислений, требует наличия значительных объемов памяти для оценки амплитуд состояний кубитов. Например, чтобы реализовать полное моделирование n -кубитной схемы, требуется экспоненциальный размер вектора для хранения 2^n амплитуд [3]. Для решения данной проблемы ученые активно изучают сжатие данных, рассматривают возможности оптимизации схем и перспективы проведения параллельных вычислений.

В данном контексте особого внимания заслуживает симулятор квантовых схем на основе вектора состояния, который эффективно поддерживает инкрементальность с помощью параллелизма задач. Параллелизм данных хорошо работает для высокорегулярных вычислений, которые можно представить как операции над плотными матрицами. Центральным моментом данного предложения является разделение квантовой системы на ряд подэлементов, которые слабо запутаны и могут моделироваться параллельно на разных схемах. Влияние различных областей системы друг на друга можно суммировать эффективным состоянием на гораздо меньшем количестве квантовых битов. Кроме того, параллелизм данных позволяет разделить вычислительные задачи и данные на не взаимодействующие подмножества, что значительно снижает накладные расходы на взаимодействие с внешним окружением. Но в то же время, к примеру, параллелизм с трудом справляется с нерегулярными вычислениями, где объем работы может варьировать между различными «итерациями», подлежащими распараллеливанию.

В связи с этим дальнейшие исследования стратегий параллельного моделирования квантовых схем и перспектив их расширения на квантовые процессоры составляют важную научно-практическую задачу, которая и предопределила выбор темы данной статьи.

Один из первых примеров параллельно-симулятора в научной литературе пред-

ставлен в работах Francisco Pasadas и Pedro C. Feijoo [4]. Он был реализован на языке C и давал возможность провести распараллеливание с помощью интерфейса передачи сообщений. Отличительной характеристикой данного симулятора является использование терминов экспериментальных параметров затвора для реализации лазерных импульсов в ионных ловушках.

Ряд наработок, касающихся создания инструментальной цепочки для симулятора, которая дает возможность выполнять синтезированные квантовые схемы и запускать открытый стандартный квантовый ассемблерный код, а также проводить сверхглубокие и крупномасштабные симуляции, представлен в трудах Sukin Sim, Peter D. Johnson, Alán Aspuru-Guzik [5]. Стоит также упомянуть работы, где описывались специализированные симуляторы, среди которых выделяются те, которые основаны на тензорных сетях, такие как ExaTN, QTensor и ITensor [6, 7].

Вопросы, связанные с возможностями параллельного выполнения во многих потоках КВ на основе графических процессоров (GPU), а также ключевые аспекты новой методологии программирования для нескольких GPU под названием MG-BSP, которая строит виртуальную BSP-машину поверх современных платформ, рассматривают Bakr Ahmed Taha, Ali J. Addie, Adawiya J. Haider [8].

В то же время при высокой оценке имеющихся на сегодняшний день исследований и наработок некоторые проблемные вопросы, связанные с возможностями параллельных вычислений, остаются открытыми. Так, отдельного внимания заслуживают проблемы с объемом памяти, которые препятствуют расширению моделирования для охвата большего числа кубитов. Помимо этого, влияние квантования с фиксированной точкой на квантовые схемы с увеличивающимся числом кубитов требует дополнительного исследования для всесторонней оценки.

Цель исследования – рассмотреть особенности и перспективы реализации параллельного компактного моделирования квантовых схем.

Материал и методы исследования

Материал и методы исследования – модели, методы, алгоритмы и процедуры параллельного синтеза и анализа специализированных логических схем, численные методы решения алгебраических уравнений, группировка, сравнение, абстракция, дедукция.

**Результаты исследования
и их обсуждение**

Одной из первых работ в направлении параллельного квантового моделирования является параллельная квантовая схема $O(\log n)$ -глубины Клива и Уотруса для n -кубитного квантового преобразования Фурье, которая может быть использована для распараллеливания алгоритма факторизации Шора с поливременной классической предварительной и последующей обработкой [9]. Кроме того, учеными был предложен квантовый алгоритм с постоянной квантовой глубиной, который позволяет провести оценку многомерных следов. В то же время следует отметить, что изыскания в направлении параллельных квантовых вычислений не ограничиваются только схемной моделью. Например, в квантовых вычислениях, основанных на измерениях, было замечено, что параллелизм способен обеспечить больше преимуществ, чем в модели схемы. Другой параллельной

моделью, которая представляется более близкой к современному квантовому оборудованию, являются распределенные КВ, которые имеют все возможности эффективно моделировать квантовую схемную модель с низкой глубиной накладных расходов [10]. Параллелизм также изучается на более абстрактных уровнях, таких как квантовое программирование.

Параллелизация

Определим параллельное квантовое прохождение, которое может быть реализовано квантовой схемой постоянной глубины с запросами к равномерно структурированным гамильтонианам. Пусть $j \in H^r$, если в графе H существует путь $j = (j_0, \dots, j_r)^{12}$ длины $r + 1$.

Предположим, что $\mathcal{H} = \mathcal{H}^A \otimes \mathcal{H}^B$ – пространство состояний, где

$$\mathcal{H}^A = \mathcal{H}^B = (\mathbb{C}^{2N})^{\otimes(r+1)}.$$

Для каждого $j_0 \in [N]$ определим:

$$|\psi_{j_0}^{(r)}\rangle = \frac{1}{\sqrt{d^r}} \sum_{\substack{j \in H^r \\ \in \mathcal{H}^A}} |j\rangle \otimes |j_0\rangle \underbrace{\otimes_{s \in [r]} \left(\sqrt{H_{j_s j_{s+1}}^*} |j_{s+1}\rangle + \sqrt{1 - |H_{j_s j_{s+1}}|} |j_{s+1} + N\rangle \right)}_{\in \mathcal{H}^B} \quad (1)$$

где $|j\rangle = |j_0\rangle \dots |j_r\rangle \in \mathcal{H}^A$.

Пусть:

$T^{(r)} : \mathcal{H} \rightarrow \mathcal{H}$ любой унитарный оператор, такой, что:

$$T^{(r)}(|j\rangle|z_1\rangle \dots |z_{2r+1}\rangle) = \begin{cases} |\psi_j^{(r)}\rangle & j \in [N], z_1 = \dots = z_{2r+1} = 0 \\ \text{любое состояние} & \end{cases} \quad (2)$$

для всех $j, z_1, \dots, z_{2r+1} \in [2N]$.

$S^{(r)} : \mathcal{H} \rightarrow \mathcal{H}$ оператор обратного порядка:

$$S^{(r)}|a_0, \dots, a_{2r+1}\rangle = |a_{2r+1}, \dots, a_0\rangle \quad (3)$$

для всех $a_s \in [2N], s \in [2r + 2]$.

В данном случае шаг r -параллельного квантового прохода для H вычисляется следующим образом: $Q^{(r)} := T^{(r)\dagger} S^{(r)} T^{(r)}$.

Ключевая идея параллельного квантового прохождения заключается в том, что происходит расширение состояния $|\Psi_j\rangle$, которое является суперпозицией одного шага движения $(j, k) \in H$, до состояния $|\psi_{j_0}^{(r)}\rangle$, которое представляет собой суперпозицию r шагов движения (т.е. пути) $j \in H^r$. Оператор движения $Q^{(r)}$ становится блок-кодом монома $(H/d)^r$, обобщением H/d , полученного из исходного квантового движения. В этом смысле оператор движения $Q^{(r)}$ явля-

ется расширением $T^r Q T$ вместо Q . Следует подчеркнуть, что r -параллельное квантовое прохождение не эквивалентно r последовательным шагам исходного квантового прохода, который вместо этого кодирует полином Чебышева $T_r(H/d)$.

Набор квантовых ворот, находящихся на одном уровне, создает унитарную матрицу преобразования, которая определяется произведением Кронекера (\otimes) отдельных матриц ворот от первого кубита до n -го кубита [6]. На рисунке 1 показана пятикубитная схема с пятью воротами Хадамарда и четырьмя воротами CNOT.

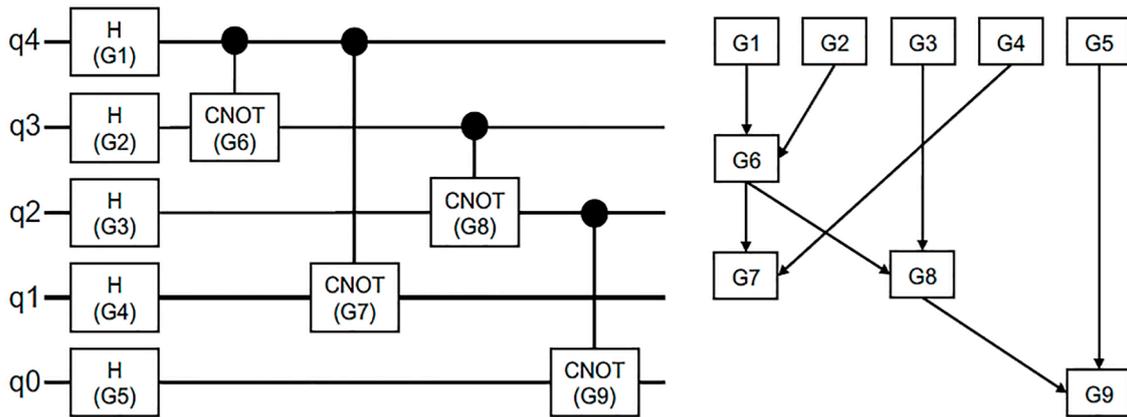


Рис. 1. Пятикубитовая квантовая схема из девяти вент (слева) и ее граф зависимости от вент (справа) [6]

Первые пять хадамардовских вент создают матрицу преобразования 32×32 , $H^{\otimes 5}$, что позволяет получить суперпозицию. Ворота CNOT формируют запутанность. Поиск унитарных матриц является обязательным элементом моделирования квантовых схем. Вначале осуществляется упорядочивание вент слева направо и заполняется пустое место матрицей тождества соответствующей размерности. В свою очередь, параллельные вент могут быть упорядочены произвольно, например G7 и G8.

Общие вычислительные аспекты параллелизации

Время процессора и имеющиеся объемы памяти формируют комплекс ограничений на размер квантового компьютера, который может быть смоделирован на обычном цифровом компьютере. Необходимое время процессора определяется числом операций, которые требуется реализовать с кубитами. Состояние L -кубитного кван-

тового компьютера служит комплексно-значимым вектором длины $D=2^L$. Принимая во внимание потенциально большое количество арифметических операций, которые необходимо осуществить, целесообразно использовать 13–15-разрядную арифметику с плавающей точкой (что соответствует 8 байтам для вещественного числа) [7]. Таким образом, для представления состояния квантовой системы из L кубитов в обычном цифровом компьютере потребуется не менее 2^{L+4} байт. Следовательно, объем памяти, который требуется для создания модели квантового компьютера с L кубитами, возрастает экспоненциальными темпами с числом кубитов L . Например, для $L=24$ требуется не менее 256 МБ памяти для хранения одного произвольного состояния $|\Phi\rangle$.

Операции U над вектором состояния $|\Phi\rangle$ приводят к преобразованию амплитуд базисных состояний в $|\Phi\rangle$. Более конкретно это может быть представлено следующим образом [7]:

$$|\Phi\rangle = a(00\dots 0)|00\dots 0\rangle + a(0\dots 01)|0\dots 01\rangle + \dots + a(01\dots 1)|0\dots 01\rangle + a(11\dots 1)|11\dots 1\rangle \quad (4)$$

$$|\Phi'\rangle = U|\Phi\rangle = a'(00\dots 0)|00\dots 0\rangle + a'(0\dots 01)|0\dots 01\rangle + \dots + a'(01\dots 1)|0\dots 01\rangle + a'(11\dots 1)|11\dots 1\rangle \quad (5)$$

Рассмотрим более подробно одноквантовые операции на кубите j , которые преобразуют $|\Phi\rangle$ в $|\Phi'\rangle = U_j|\Phi\rangle$. Операция Хадамарда на кубите j , H_j преобразует амплитуды в соответствии с:

$$a'(*\dots *0_j*\dots *) = \frac{1}{\sqrt{2}}(a(*\dots *0_j*\dots *) + a(*\dots *1_j*\dots *)) \quad (6)$$

$$a'(*\dots *1_j*\dots *) = \frac{1}{\sqrt{2}}(a(*\dots *0_j*\dots *) - a(*\dots *1_j*\dots *)) \quad (7)$$

В формулах 6, 7 звездочка обозначает, что биты в соответствующих позициях одинаковы. Для X_j , действующего на $|\Phi\rangle$, элементы $|\Phi'\rangle$ получаются следующим образом:

$$a'(* \dots * 0_j * \dots *) = \frac{1}{\sqrt{2}}(a(* \dots * 0_j * \dots *) + ia(* \dots * 1_j * \dots *)) \quad (8)$$

$$a'(* \dots * 1_j * \dots *) = \frac{1}{\sqrt{2}}(a(* \dots * 1_j * \dots *) - ia(* \dots * 0_j * \dots *)) \quad (9)$$

В случае $|\Phi'\rangle = Y_j |\Phi\rangle$ следует, что:

$$a'(* \dots * 0_j * \dots *) = \frac{1}{\sqrt{2}}(a(* \dots * 0_j * \dots *) + a(* \dots * 1_j * \dots *)) \quad (10)$$

$$a'(* \dots * 1_j * \dots *) = \frac{1}{\sqrt{2}}(a(* \dots * 1_j * \dots *) - a(* \dots * 0_j * \dots *)) \quad (11)$$

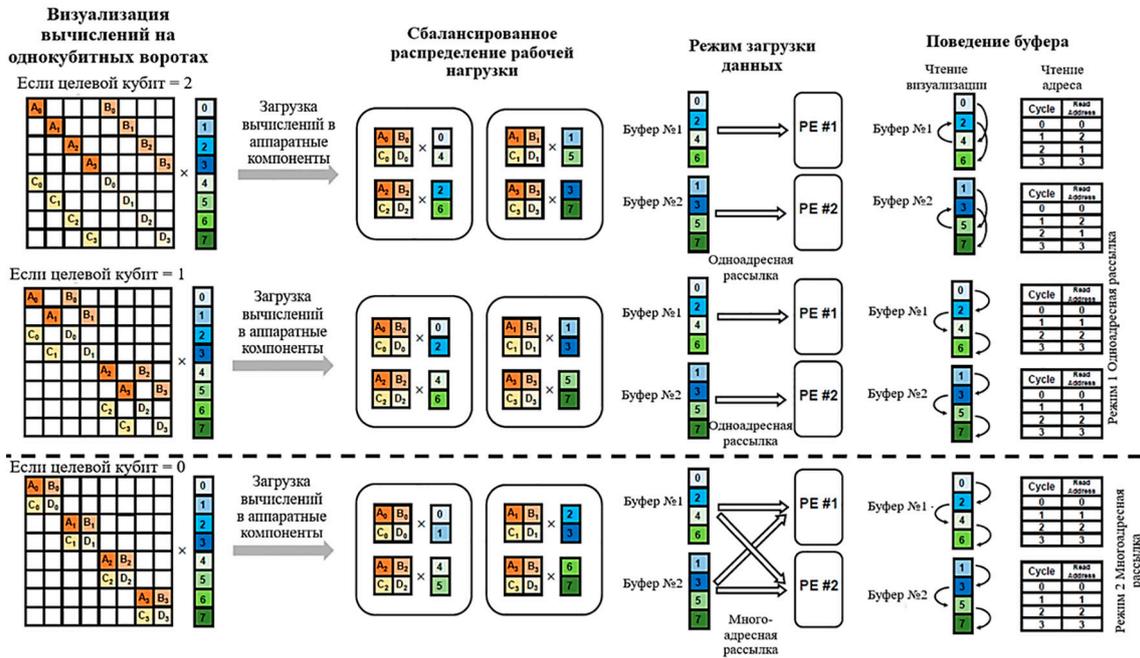


Рис. 2. Два режима (одноадресный и многоадресный режимы загрузки данных) для поддержания баланса рабочей нагрузки

В целом, можно отметить, что выполнение операции над кубитом j требует обновления 2^L элементов $|\Phi\rangle$. Исключение составляет операция сдвига фазы на одном кубите, которая требует обновления только 2^{L-1} единичных амплитуд. Необходимо сделать акцент на том, что все эти операции могут быть выполнены на месте, то есть без использования другого вектора длины 2^L .

Компактный формат вычислений

При использовании описания вектора состояний применение ворот U к состоянию $|\psi\rangle$ позволяет без излишних затрат и с допустимой скоростью выполнить матрично-векторное

умножение $U|\psi\rangle$. Например, применение однокубитных ворот $\begin{bmatrix} u_{00} & u_{01} \\ u_{10} & u_{11} \end{bmatrix}$ к состоянию $\begin{bmatrix} \alpha \\ \beta \end{bmatrix}$ дает состояние:

$$\begin{bmatrix} u_{00} & u_{01} \\ u_{10} & u_{11} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \alpha \\ \beta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} u_{00}\alpha & u_{01}\beta \\ u_{10}\alpha & u_{11}\beta \end{bmatrix} \quad (12)$$

Далее можно распространить (12) на многоквантовые случаи, в результате получаем матрично-векторное представление, которое отображено в левой части на рисунке 2 (применение однокубитных ворот к трехкубитовому вектору состояний с различными целевыми кубитами).

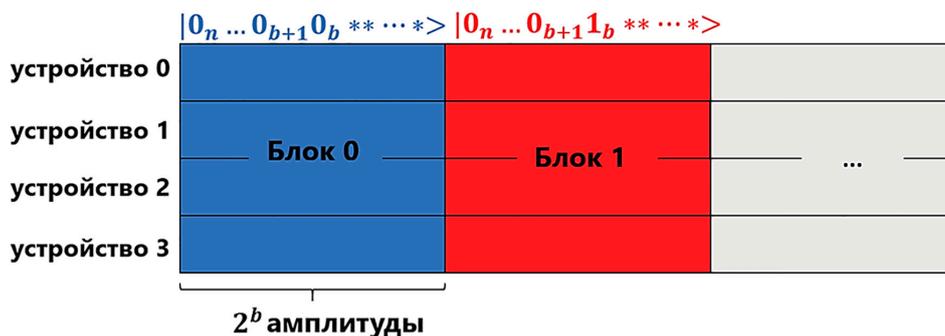


Рис. 3. Схема параллельной компоновки хранилища

Целевой кубит в квантовых воротах отражает запутанность между элементами внутри вектора состояния. Учитывая, что большинство квантовых ворот в обычных схемах являются однокубитными, то есть между большинством элементов нет запутывания, соответствующее матричное представление имеет большое количество нулевых элементов. Для повышения эффективности представляется целесообразным хранить и вычислять только ненулевые элементы, что является, по сути, компактным форматом вычислений.

Направления оптимизации параллелизма для ускорения компактного моделирования квантовых схем

Параллелизм ввода-вывода. Для повышения производительности ввода-вывода эффективным методом может быть организация устройств хранения данных аналогично конфигурации RAID-0, но с большим размером блока (stripe) (рис. 3). При наличии d устройств хранения с параметром размера блока b каждый блок из $2b$ амплитуд может быть распределен между d устройствами. Каждое устройство содержит $2b/d$ амплитуд на блок. После этого алгоритм, используя эту схему и библиотеку асинхронного ввода-вывода, распараллеливает операции ввода-вывода.

Размер любой операции ввода-вывода больше или равен 2^{b+4} байтам. Параметр b является настраиваемым, однако есть ограничение относительно производительности. Принимая во внимание тот факт, что каждая отдельная операция ввода-вывода осуществляется с гранулярностью в размер страницы, каждое устройство должно содержать более 2^8 амплитуд на блок, и, следовательно, $b \geq d \cdot 2^8$.

Балансировка нагрузки между подсхемами. Чтобы уменьшить количество операций ввода-вывода и связи, каждая подсхема должна иметь достаточно вычислений. С целью сбалансирования вычислительной

нагрузки между подсхемами необходимо рассчитать среднюю интенсивность работы всех подсхем. Интенсивность работы – это отношение количества операций с плавающей точкой к объему памяти. Учитывая изложенное, следует стремиться к тому, чтобы каждая из подсхем имела интенсивность работы, близкую к средней, путем перемещения ворот между подсхемами.

Перекрытие вычислений и ввода-вывода. Чтобы уменьшить большие накладные расходы на ввод-вывод хранилища, целесообразным является реализовывать масштабирование квантовой симуляции цепей с использованием трех основных буферов состояния памяти. Благодаря этому во время выполнения операций над одним буфером предварительно считывается другой буфер из пространства хранения и оставшийся буфер сбрасывается в пространство хранения.

Заключение

В статье рассматриваются вопросы, касающиеся возможностей параллелизма ускорить квантовое моделирование. Их актуальность обусловлена тем, что классическое моделирование больших квантовых систем является сложной задачей из-за экспоненциального увеличения пространства и требований к вычислениям.

В статье описывается подход к параллельному компактному моделированию квантовых схем, который основан на моделировании равномерно-структурированных гамильтонианов. Для достижения максимальной пропускной способности ввода-вывода предложена техника управления памятью на основе наложения. Отдельный акцент сделан на методах оптимизации параллелизма для ускорения компактного моделирования квантовых схем. Метод разделения данных адаптирован для разделения вычислительных задач и данных на взаимодополняющие подмножества, это позволяет на практике существенно обра-

зом сократить накладные расходы на обмен с внешними данными.

Список литературы

1. Потапов В.С., Гушанский С.М. Разработка методики построения квантовой системы с использованием аппаратных средств оптимизации // Информационные технологии и вычислительные системы. 2022. № 1. С. 26-32. DOI: 10.14357/20718632220103.
2. Hanxu Zhang, Tian Chen, Naiqiao Pan, Xiangdong Zhang Electric-Circuit Simulation of Quantum Fast Hitting with Exponential Speedup // Advanced Quantum Technologies. 2022. Vol. 5, Is. 4. P. 77-83. DOI: 10.1002/qute.202100143.
3. Amine Zeguendry, Zahi Jarir, Mohamed Quafafou. Quantum-Enhanced K-Nearest Neighbors for Text Classification: A Hybrid Approach with Unified Circuit and Reduced Quantum Gates // Advanced Quantum Technologies. 2024. Vol. 7, Is. 11. P. 107-113. DOI: 10.1002/qute.202400122.
4. Pasadas F., Feijoo P.C. Compact Modeling Technology for the Simulation of Integrated Circuits Based on Graphene Field-Effect Transistors // Advanced Materials. 2022. Vol. 34. Is. 48. P. 87-98. DOI: 10.1002/adma.202201691.
5. Sukin Sim, Peter D. Johnson Expressibility and Entangling Capability of Parameterized Quantum Circuits for Hybrid Quantum-Classical Algorithms // Advanced Quantum Technologies. 2019. Vol. 2, Is. 12. P. 66-71. DOI: 10.1002/qute.201900070.
6. Tsung-Wei Huang qTask: Task-parallel Quantum Circuit Simulation with Incrementality // IEEE International Parallel and Distributed Processing Symposium (IPDPS). 2023. DOI: 10.48550/arXiv.2210.01076.
7. Raedt K. De, Michielsen K., Raedt H. De., Trieu B, Arnold G., Richter M., Lippert Th., Watanabe H., Ito N., Massively parallel quantum computer simulator // Computer Physics Communications. 2007. Vol. 176, Is. 2. P. 121-136. DOI: 10.1016/j.cpc.2006.08.007.
8. Taha B.A., Ali J. Addie Exploring Trends and Opportunities in Quantum-Enhanced Advanced Photonic Illumination Technologies // Advanced Quantum Technologies. 2024. Vol. 7, Is. 3. P. 120-129. DOI: 10.1002/qute.202300414.
9. Гушанский С.М., Мушаев А.Я. Анализ эффективности способов моделирования квантовых вычислений на основе экспериментальных данных // Информатизация и связь. 2022. № 2. С. 35-38. DOI: 10.34219/2078-8320-2022-13-2-35-38.
10. Jiang G.-L., Liu W.-Q., Wei H.-R. Optimal Quantum Circuits for General Multi-Qutrit Quantum Computation // Advanced Quantum Technologies. 2024. Vol. 7, Is. 7. P. 65-72. DOI: 10.1002/qute.202400033.